

(11)Publication number : 10-270979
(43)Date of publication of application : 09.10.1998

| | |
|-------------|------------|
| (51)Int.Cl. | H03H 9/54 |
| | G10K 11/04 |
| | H03H 9/17 |
| | H03H 9/205 |
| | H03H 9/56 |
| | H04R 17/00 |

(21)Application number : 10-056441 (71)Applicant : NOKIA MOBILE PHONES LTD
(22)Date of filing : 09.03.1998 (72)Inventor : ELLA JUHA

Priority number : 97 816702 Priority date : 13.03.1997 Priority country : US

(57) Abstract:

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-270979

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int. Cl.⁸ 横別記号

P 1

H 0 3 H 9/54

H 0 3 H 9/54

Z

G 1 0 K 11/04

G 1 0 K 11/04

H 0 3 H 9/17

H 0 3 H 9/17

F

9/205

9/205

9/56

9/56

Z

審査請求 未請求 請求項の数42 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-58441

(71) 出願人 581275137

ノキア モービル フォーンズ リミテッ
ド

NOKIA MOBILE PHONES
LIMITED

(22) 出願日 平成10年(1998)3月9日

フィンランド 02150 エスプー ケイラ
ラーデンティエ 4

(31) 優先権主張番号 08/816,702

(32) 優先日 1997年3月13日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(72) 発明者 ユハ エラ

フィンランド国 サロ 24280 ティイネ
ランカツタ 5 エーエス 7

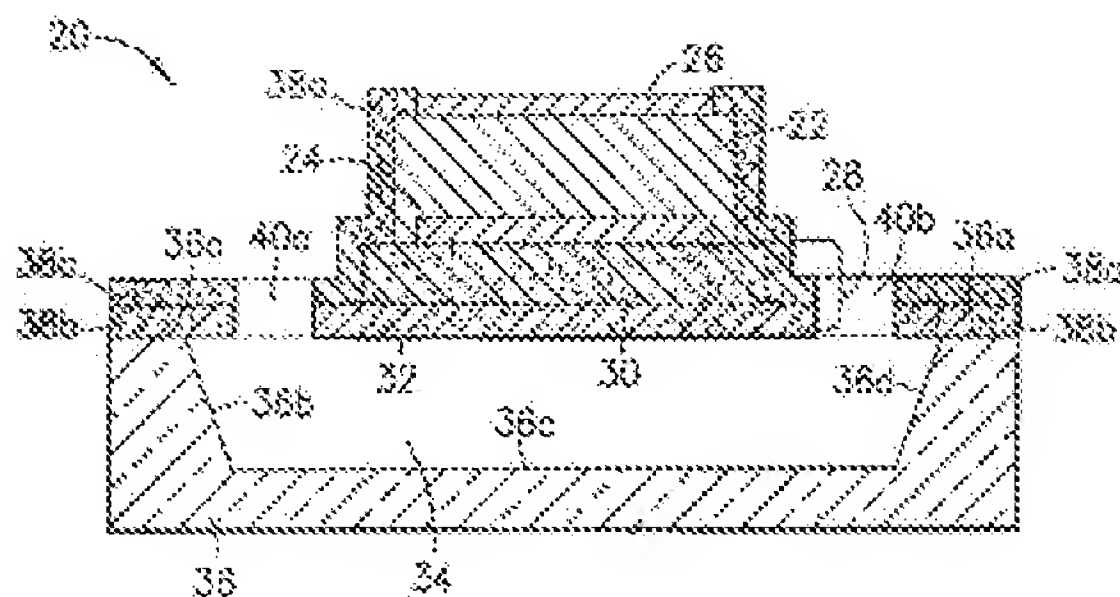
(74) 代理人 弁理士 萩原 誠

(54) 【発明の名称】 保護音響ミラーを含む頂部を有するバルク型音波 (BAW) フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 共振層の汚染を防止することの出来る構造を有するバルク型音波 (BAW) フィルタを提供する。

【解決手段】 基板上に配置された少なくとも1つの共振器構造と、この共振器構造上に配置された音響ミラーとを有するバルク型音波 (BAW) フィルタ。この音響ミラーは複数の層を含んでいる。音響ミラーは、共振器により生成された音響振動が音響ミラーの上面を越えた場所に到達するのを実質的に防止するものである。音響ミラーは、環境汚染物質が共振器に接触することも防止する。表面取り付けすることのできるBAWコンポーネントも開示されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に配置された少なくとも1つの共振器構造と、この少なくとも1つの共振器構造上に配置された音響ミラーとを有することを特徴とするバルク型音波（BAW）フィルタ。

【請求項2】 前記音響ミラーは複数の層から成ることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項3】 前記複数の層の各々は、四分の一波長にほぼ等しい厚みを有することを特徴とする請求項2に記載のBAWフィルタ。

【請求項4】 前記音響ミラーは、音響インピーダンスの低い材料を含む上層と、音響インピーダンスの高い材料を含む中層と、音響インピーダンスの低い材料を含む下層とから成ることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項5】 前記上層及び下層は、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム、及びポリマ材料のうちの1つから成り、前記中層は金、モリブデン、及びタンダステンの中の1つから成ることを特徴とする請求項4に記載のBAWフィルタ。

【請求項6】 前記音響ミラー上に形成された保護バッシュベーション層を更に有することを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項7】 前記保護バッシュベーション層は、エポキシ、グロブトップ材料、及び二酸化珪素のうちの1つから成っていて、少なくとも0.2 μ mの厚みを有することを特徴とする請求項6に記載のBAWフィルタ。

【請求項8】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出される部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造を接合ワイヤを介して配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項9】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出される部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造をフリップチップ法により配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項10】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第1の接点パッドを設けるために露出されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第2接点パッドを設けるために露出されており、前記BAWフィルタは更に前記基板上に配置された第3接点パッドを有し、前記第3接点パッドは露出されて第3及び第4の前記共振器構造の各々の第1の前記電極に電気的に結合されており、前記第1、第2及び第3の接点パッドはそれぞれ前記第1、第2及び第

3の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項11】 前記基板上に配置された第4接点パッドを更に有し、前記第4接点パッドは露出されて前記第3及び第4の共振器構造の各々の前記第1の電極に電気的に結合され、前記第4接点パッドは前記第3及び第4の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項10に記載のBAWフィルタ。

【請求項12】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記共振器構造の各々は少なくとも2つの電極を含んでおり、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、前記接点のうちの少なくとも2つは前記共振器構造のうちの少なくとも2つの共振器構造の電極にそれぞれ電気的に結合されており、前記接点は前記BAWフィルタを配線基板に表面取り付けするためのものであることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項13】 前記音響ミラーは、前記少なくとも1つの共振器構造により生成された音響振動が前記音響ミラーの上層を越えた場所に到達するのを実質的に防止することを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項14】 前記音響ミラーは、環境汚染物質が前記少なくとも1つの共振器構造に接触するのを防止することを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項15】 前記音響ミラーは前記BAWフィルタの1対の音響ミラーのうちの上部のものであり、前記1対の音響ミラーのうちの下部のものは前記少なくとも1つの共振器構造と前記基板との間に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項16】 前記少なくとも1つの共振器構造は積み重ねられた複数の共振器を含むことを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項17】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極は第1の前記接点に電気的に結合されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極は第2の前記接点に電気的に結合されており、第3の前記共振器構造の第1の前記電極は第3の前記接点に電気的に結合されており、第4の前記共振器構造の第1の前記電極は前記第3接点に電気的に結合されていることを特徴とする請求項1に記載のBAWフィルタ。

【請求項18】 前記第1共振器構造の第2の前記電極は前記第2及び第3の共振器構造の各々の第2の前記電極に結合されており、前記第4共振器構造の第2の前記電極は前記第2共振器構造の前記第1電極に結合されていることを特徴とする請求項17に記載のBAWフィルタ。

タ。

【請求項19】 前記第3及び第4の共振器構造の前記第1電極は第4の前記接点にも電気的に結合されていることを特徴とする請求項17に記載のBAWフィルタ。

【請求項20】 基板と；この基板上に配置された第1音響ミラーと；この第1音響ミラーの一部分の上に配置された少なくとも1つの共振器構造と；この少なくとも1つの共振器構造の上に配置された第2音響ミラーとを有することを特徴とするバルク型音波(BAW)フィルタ。

【請求項21】 前記第1及び第2の前記音響ミラーのうちの少なくとも一方は、音響インピーダンスの低い材料を含む上層と、音響インピーダンスの高い材料を含む中層と、音響インピーダンスの低い材料を含む下層とから成ることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項22】 前記上層及び下層は、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム、及びポリマ材料のうちの1つから成り、前記中層は金、モリブデン、及びタングステンのうちの1つから成ることを特徴とする請求項21に記載のBAWフィルタ。

【請求項23】 前記第2音響ミラー上に形成された保護パッシベーション層を更に有することを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項24】 前記保護パッシベーション層は、エポキシ、グロブトップ材料、及び二酸化硅素のうちの1つから成っていて、少なくとも0.2 μ mの厚みを有することを特徴とする請求項23に記載のBAWフィルタ。

【請求項25】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出された部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造を接合ワイヤを介して配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項26】 前記少なくとも1つの共振器構造は、接点パッドを設けるために露出された部分を有する少なくとも1つの電極を包含しており、前記接点パッドは前記少なくとも1つの共振器構造をフリップチップ法により配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項27】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第1の接点パッドを設けるために露出されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極の一部分は第2接点パッドを設けるために露出されており、前記BAWフィルタは更に前記基板上に配置された第3接点パッドを有し、前記第3接点パッドは露出されて第3及び第4の前記共振器構造の各々の第1の前記電極に電気的に結合されており、前記第1、第2

及び第3の接点パッドはそれぞれ前記第1、第2及び第3の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項28】 前記基板上に配置された露出した第4接点パッドを更に有し、前記第4接点パッドは前記第3及び第4の共振器構造の各々の前記第1の電極に電気的に結合され、前記第4接点パッドは前記第3及び第4の共振器構造を配線基板に結合させるためのものであることを特徴とする請求項27に記載のBAWフィルタ。

【請求項29】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記共振器構造の各々は少なくとも2つの電極を含んでおり、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、前記接点のうちの少なくとも2つは前記共振器構造のうちの少なくとも2つの共振器構造の電極にそれぞれ電気的に結合されており、前記接点は前記BAWフィルタを配線基板に表面取り付けするためのものであることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項30】 前記BAWフィルタは前記基板上に配置された複数の共振器構造を有し、前記複数の共振器構造の各々は複数の電極を包含し、前記BAWフィルタは更に前記BAWフィルタの外面上に配置された複数の接点を有し、第1の前記共振器構造の第1の前記電極は第1の前記接点に電気的に結合されており、第2の前記共振器構造の第1の前記電極は第2の前記接点に電気的に結合されており、第3の前記共振器構造の第1の前記電極は第3の前記接点に電気的に結合されており、第4の前記共振器構造の第1の前記電極は前記第3接点に電気的に結合されていることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項31】 前記第3及び第4の共振器構造の前記第1電極は第4の前記接点にも電気的に結合されていることを特徴とする請求項30に記載のBAWフィルタ。

【請求項32】 前記少なくとも1つの共振器構造は積み重ねられた複数の共振器を含んでいて、積み重ね水晶フィルタ構造を形成していることを特徴とする請求項20に記載のBAWフィルタ。

【請求項33】 BAWフィルタを製作してこのBAWフィルタを回路基板に組み付ける方法において；基板上に第1音響ミラーを形成するステップと；この第1音響ミラー上に少なくとも1つの共振器構造を形成するステップと；この少なくとも1つの共振器構造の少なくとも相当の部分の上に第2音響ミラーを形成するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項34】 前記第2音響ミラーを形成するステップは；音響インピーダンスの低い材料を含む第1の層を前記共振器と、前記第1音響ミラーの一部分との上に形成し；音響インピーダンスの高い材料を含む第2の層を

前記第1の層の上に形成し；音響インピーダンスの低い材料を含む第3の層を前記第2の層の上に形成するステップを含むことを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項35】 音響インピーダンスの低い前記材料はシリコン、ポリシリコン、アルミニウム、及びポリマ材料のうちの1つを含んでおり、音響インピーダンスの高い前記材料は金、モリブデン、及びタングステンのうちの1つを含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項36】 前記第2音響ミラー上に保護バッシュン層を形成するステップを更に有することを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項37】 前記共振器構造を形成するステップと前記第2音響ミラーを形成するステップとの間に、前記第1音響ミラー上に接点パッドを形成するステップが実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項38】 前記BAWフィルタの外面上に接点を形成するステップを更に含むことを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項39】 前記少なくとも1つの共振器構造を形成するステップは、隣り合う複数の共振器を前記第1音響ミラー上に形成することによって実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項40】 前記少なくとも1つの共振器構造を形成するステップは、積み重ね水晶構造を形成するために共振器の積み重ね構造を形成することによって実行されることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項41】 表面取り付けすることのできるバルク型音波(BAW)装置において；基板と；少なくとも1つのBAW共振器構造と；前記基板と前記少なくとも1つのBAW共振器との間に配置された第1音響絶縁器と；前記少なくとも1つのBAW共振器の上に配置された第2音響絶縁器と；前記装置を配線基板に表面取り付けするために前記BAW装置の外面上に配置された複数の電極とを有することを特徴とする装置。

【請求項42】 前記共振器構造は、積み重ねられた複数の共振器から成ることを特徴とする請求項41に記載の表面取り付けすることのできるBAW装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バルク型音波(Bulk Acoustic Wave(BAWと略記))フィルタに係り、特に、音響ミラーを有するBAWフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】表面取り付け技術(Surface Mount Technology(SMTと略記))を使って集積回路を組み立てる技術が知られている。この技術を実施するには、例えば、基板へのハンダクリームの塗布、この基板への回路コンポーネントの配置、ハンダ付け、及び清掃を含む種々の工程を必要とする。これらの工程を実行するとき、

例えば、ハンダ、溶剤、或いは組立プロセス中に回路コンポーネントを汚染する可能性のあるその他の種類の材料から回路コンポーネントを保護することがしばしば必要となる。

【0003】無線通信装置に小型で高性能のフィルタを使う必要があるために表面弾性波(Surface Acoustic Wave(SAW))フィルタが広く使われるようになっていく。当業者には知られているように、組立中及びその後の使用の際に通常はSAWフィルタの層の表面を外部の汚染物質から保護する必要がある。組立時にこれらの層の表面を保護する1つの公知の方法は、例えば、密封環境でフリップチップ技術を使ってフィルタを組み立てることを含む。この手法を実行すると時間がかかることがわかる。

【0004】SAWフィルタの層表面を保護するもう一つの公知方法は密封されるセラミック・パッケージにSAWフィルタを封入することを含む。この様に封入した後、そのSAWフィルタを回路基板に表面取り付けすることができる。残念なことに、パッケージのコストが全体としての製造コストを著しく増大させる可能性があり、この手法は高コストとなりがちである。

【0005】幸いなことに、他の種類の高性能音響フィルタ即ちバルク型音波(BAW)フィルタを使用することによって、密封セラミック・パッケージ及び/又は密封環境を使用することに伴う欠点を回避することができる。BAWフィルタは、通常、数個のBAW共振器を含んでいる。BAWフィルタでは、音波はこのフィルタの層表面に対して垂直な方向に伝播する。対照的に、SAWフィルタの中を伝播する音波はこのフィルタの層表面に平行に伝播する。その結果として、当業者なら分かるように、SAWフィルタの性能は、その層表面が汚染されたり外部の要素によって傷つけられたりすると、同様に汚染されたBAWフィルタの性能よりも悪くなりそうである。

【0006】BAWフィルタは、種々の公知の種類のBAW共振器を含むように製造され得るものである。それらの公知の種類のBAW共振器は3つの基本部分から成る。そのうちの第1の部分は、音波を発生させるために使用されるものであって、音響活動性の圧電層を含んでいる。この層は、例えば、酸化亜鉛(ZnO)、窒化アルミニウム(AlN)、硫化亜鉛(ZnS)、或いはその他の、薄膜として製造することのできる適当な圧電材料から成る。第2の部分は、前記圧電層の両面に形成される電極を含む。BAW共振器の第3の部分は、圧電層により生成される振動から基板を音響的に絶縁させるためのメカニズムを含む。通常は、BAW共振器は、薄膜技術(例えば、スパッタリング、化学蒸着、など)により、シリコン、ガリウム砒素、或いはガラスの基板の上に作られる。BAW共振器は、例えば水晶共振子のそれに似ている直列共振及び並列共振を示す。BAW共振器

の共振周波数は、通常、デバイスの層の厚みにより約0.5GHzから5GHzの範囲にある。

【0007】当業者であれば分かるであろうが、BAWフィルタを形成する層のうちの少なくともいずれかは空気にさらされることがある。汚染性の或いは有害な外来の物質がこれらの層のいずれかに接触すると、BAWフィルタの性能が低下する可能性がある。この問題を回避するために、これらの層は通常は反密封性のパッケージを用いて保護される。従って、これらの表面を保護するための新規で安価な技術を提供することが望ましい。また、公知の種類のBAWフィルタの層及び空気界面に取って代わる、音波を反射するための境界面を設けるようにBAWフィルタを製造することも望ましい。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、バルク型音波（BAW）フィルタの共振層を汚染したり或いはこの共振層に有害な影響を及ぼしたりする可能性のある物質にこの共振層がさらされるのを防止するための安価な方法を提供することである。

【0009】本発明の他の目的は、BAWフィルタの中から発生した音波がそれを越えて伝播しないようにこの音波を反射する保護層を提供することである。

【0010】本発明の他の目的は、表面取り付けすることのできるBAW装置を提供することである。

【0011】本発明のその他の目的及び利点は、図面と以下の解説とを考察すれば明らかとなる。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に従って構成された保護性の音響ミラーを含む頂部を有するバルク型音波（BAW）フィルタによって上記の課題及びその他の課題が解決され、本発明の目的が実現される。

【0013】本発明の1実施例では、BAWフィルタは、基板と、この基板の上に配置された第1音響ミラーとを有する。この実施例では、この第1音響ミラーの表面上に複数の共振器が互いに隣り合って配置される。第2音響ミラーがその複数の共振器上に配置され、保護パッシベーション層がこの第2音響ミラーの上に置かれる。

【0014】第2音響ミラーは3つの層、即ち上層、中層、及び下層から成る。これらの層は、各々、例えば四分の一波長にほぼ等しい厚みを有する。上層及び下層は、例えば、シリコン（Si）、ポリシリコン、アルミニウム（Al）、或いはポリマなどの、音響インピーダンスの低い物質から、好ましくは、構成される。中層は、例えば、金（Au）、モリブデン（Mo）、或いはタングステン（W）などの、音響インピーダンスの高い物質から、好ましくは構成される。保護パッシベーション層は、二酸化珪素（SiO₂）、エポキシ、"グロブトップ（glob top）"材料（例えば、加熱後に硬化する、エポキシをベースとした粘性流体）、或いはその他

の適当な保護性の材料で構成され得るものである。

【0015】複数の共振器はBAW共振器である。この共振器の各々は、第1音響ミラーのの上に位置する第1の下側電極と、この下側電極と第1音響ミラーの一部との上に位置する圧電層と、この圧電層の種々の部分と第1音響ミラーの一部の上に形成される第2の上側電極とを有する。第1の共振器の上側電極の一部は、接点パッドを設けるために露出される。同様に、第2の共振器の上側電極の一部も第2の接点パッドを設けるために露出される。本発明の1実施例では、1つ以上の接地パッドも設けられ、第1音響ミラー上に配置される。接地パッドは、第3の共振器の上側電極と第4の共振器の下側電極とに電気的に結合される。本発明のこの実施例でも、第1共振器の下側電極は第2共振器及び第3共振器の各々の下側電極に電気的に結合され、第4共振器の上側電極は第2共振器の上側電極に結合される。

【0016】本発明の他の実施例では、第2音響ミラーは各BAW共振器の上側電極の上面を完全に覆い、BAWフィルタには露出された接点パッドは設けられない。この実施例のBAWフィルタは、BAWフィルタの外周に形成される接点（即ち、電極）を包含する。本発明の好ましい実施例では、1つの接点が第1共振器の上側電極に電気的に結合され、もう一つの接点が第2共振器の上側電極に電気的に結合され、もう一つの接点が第3共振器の上側電極と第4共振器の下側電極とに電気的に結合される。本発明のもう一つの実施例では、追加の接点が設けられ、それも第3共振器の上側電極と第4共振器の下側電極とに電気的に結合される。この接点はBAWフィルタを外側の回路に電気的に接続することを可能にし、更にBAWフィルタを配線基板に表面取り付けすることを可能にする。

【0017】本発明のもう一つの実施例では、積み重ねた水晶構造を有するBAWフィルタが設けられる。この種のフィルタは積み重ねた水晶フィルタ（Stacked Crystal Filter（SCFと略記））と呼ばれる。このSCFは、基板と、第1の、下側の音響ミラーと、第2の、上側の音響ミラーと、上記のものと同様の保護パッシベーション層とを包含する。SCFは、第1の、下側の共振器と、第2の上側の共振器とも有する。その下側の共振器は、下側の音響ミラーの上に配置される。上側の共振器は第1共振器の上に配置され、この様にして共振器の積み重ね構造が形成される。第1の、下側の共振器は、圧電層と、下側電極と、グランド電極とを包含している。圧電層は、グランド電極のいろいろな部分と下側電極との間に位置する。第2の、上側の共振器は、グランド電極と、圧電層と、上側電極とを包含する。圧電層は、グランド電極のいろいろな部分と上側電極との間に配置される。圧電層と電極とは、上記のものと同様の材料と同様の厚みとを有する。

【0018】本発明の1実施例では、第2音響ミラー及

び保護パッシベーション層はSCFの電極の種々の部分を覆わず、それらの電極の露出した部分は接点パッドを提供する。本発明の別の実施例では、第2音響ミラーはそれらの電極を完全に覆い、接点はSCF構造の外面に設けられ、これによりSCFを外部の回路に結合したり配線基盤に表面取り付けしたりすることができる。

【0019】BAWフィルタ内で第2の音響ミラーを使用すると、従来技術のフィルタと比べて幾つかの利点を得られる。例えば、本発明の第2音響ミラーは、圧電層が作り出した音波が第2音響ミラーの上面へ伝播しないように音波を反射する。従って、何らかの材料が保護パッシベーション層と接触している場合、反射された音波はその材料には到達しない。第2音響ミラーを使用することのもう一つの利点は、汚染物が共振器の層と接触するのを第2音響ミラーが妨げることである。更に、第2の音響ミラーを含むBAW共振器を製造するコストは、通常は、共振器の層を保護するために半密封パッケージなどの公知技術を使用するコストよりは相当少ない。

【0020】本発明は、他の面においては、BAWフィルタを製造し、それを回路基板上で組み付ける方法を提供する。この方法は、(A)基板上に第1の、下側の音響ミラーを形成し、(B)少なくとも1つの共振器をその下側の音響ミラー上に形成するステップを含む。その少なくとも1つの共振器は、例えば、下側の音響ミラーの表面上に配置された複数の隣り合う共振器、又は積み重ね水晶構造を形成する積み重ね共振器対を含むことができる。入力パッド、出力パッド、及び接続パッドを設けるために、共振器の電極のいろいろな部分から接点パッドを形成することもできる。次のステップ(C)は、少なくとも1つの共振器の上に頂部音響ミラーを形成する工程を含む。この頂部音響ミラーは、上記の第2音響ミラーと類似するものである。

【0021】本発明の方法は、更に(D)頂部音響ミラーの一番上の層の上に保護パッシベーション層を形成して、接点パッドが設けられる場合にはステップ(C)及び(D)で形成された層をパターン化して接点パッドのための穴を作るステップを含む。保護パッシベーション層及び接点パッドも、上記のものと同様である。その後、選択された手法を用いてフィルタを回路基盤に組み付けるステップ(E)が実行される。選択された組み付け手法がオンボード組み付け法(an on-board assembly technique)であるならば、ステップ(F1)及び(F2)が実行される。ステップ(F1)では、ウェーハを切断してチップにする。ステップ(F2)では、接合ワイヤでこのチップを回路基盤の回路に結合させる。

【0022】ステップ(E)で選択される組み付け手法がフリップチップ法であるならば、ステップ(G1)及び(G2)が実行される。ステップ(G1)では、例えばバンプ金属(a bump metal)の真空蒸着(例えば蒸発)又はハンダの電気化学メッキ法を使ってハンダ・バ

ンプ(solder bumps)をフィルタの接点パッド上に形成する。次にウェーハを切断してチップにする。その後、ブロック(G2)で、フリップチップ法を用いて、回路基盤の選択された接点にこのチップを結合させる。ステップ(E)で選択される組み付け手法が表面取り付け法である場合には、ステップ(H1)及び(H2)が実行される。ステップ(H1)では、ウェーハを切断してチップにして、フィルタの外面上に接点を形成する。その後、ステップ(H2)において、表面取り付け法を用いてこのチップを回路基盤の選択された接点パッドに結合させる。

【0023】本発明の上記特徴及びその他の特徴は、添付図面と関連させて、本発明に関する以下の詳しい解説を読めば、いっそう明らかとなる。

【0024】

【発明の実施の形態】ここで、異なる図に現われている同じ参照符号が付された要素は同じ要素であるが、明細書では全ての図について引用されるとは限らない。

【0025】図1及び2に、膜又はブリッジ構造28を有するBAW共振器20の断面図(横から見た図)及び上面図がそれぞれ示されている。BAW共振器20は、圧電層22、第1保護層38b、第2保護層38a、第1電極24、第2電極26、膜28、エッチング窓40a及び40b、エアギャップ34、及び基板36から成る。圧電層22は、例えば、酸化亜鉛(ZnO)、或いは窒化アルミニウム(AlN)などの、薄膜として作ることでできる圧電材料から成る。膜28は2つの層、即ち、上層30及び下層32から成る。上層30は、例えば、ポリシリコン(ポリ-si)或いは窒化アルミニウム(AlN)から成り、下層32は例えば二酸化珪素(SiO₂)或いはガリウム砒素(GaAs)から成る。基板36は、例えば、シリコン(Si)、SiO₂、GaAs、或いはガラスなどの材料から成る。エッチング窓40a及び40bを通して、膜の層が基板36に付された後に基板36の一部分がエッチングされてエアギャップ34が形成される。

【0026】図5を参照すると、BAW共振器21が示されている。BAW共振器21は図1に示されているものと似ているが、犠牲層39が付加されている。共振器21が作られるとき、膜28が付される前に犠牲層39が基板36の上に付される。共振器の全ての層が形成された後、エアギャップ34を形成するためにエッチング窓40a及び40bを通して犠牲層39が除去される。

【0027】共振器20及び21の両方で、圧電層22は、電極24及び26にかけられた電圧に responding 振動する。膜28とエアギャップ34との境界面に達した振動は、この境界面から反射されて膜28に戻る。この様にして、エアギャップ34は、圧電層22により生成された振動を基板36から絶縁させる。

【0028】図6に、もう一つのBAW共振器23が示

されている。この共振器23は図1のBAW共振器21と似ている構造を有するけれども、保護層38aが1つだけ設けられていて膜28及びエアギャップ34が音響ミラー70に置き換えられている点では異なっており、この音響ミラーは圧電層22により生成された振動を音響的に基板36から絶縁させるものである。

【0029】音響ミラー70は、奇数個の層（例えば、3〜9層）から成る。図6に示されている音響ミラー70は3つの層、即ち上層70a、中層70b、及び下層70cから成る。各層70a、70b及び70cは、例えば、四分の一波長にほぼ等しい厚みを有する。上層70a及び下層70cは、例えば、シリコン（Si）、ポリシリコン、アルミニウム（Al）、或いはポリマなどの、音響インピーダンスの低い材料から成る。また、中層70bは、例えば、金（Au）、モリブデン（Mo）、或いはタングステン（W）などの、音響インピーダンスの高い材料から成る。連続する層同士の音響インピーダンスの比は、基板のインピーダンスが低い値に変換され得るほどに十分に大きい。その結果として、基板36をいろいろな高音響インピーダンス材料や低音響インピーダンス材料（例えば、Si、SiO₂、GaAs、ガラス、或いはセラミック材料など）で構成することができる。

【0030】連続する層同士の音響インピーダンスの比がどのように基板のインピーダンスを低い値に変換し得るのかは、音響ミラーの層を模した典型的構造71を示す図7を考察すれば分かる。構造71は、音響ミラー層のインピーダンスを表わすインピーダンスを有する高インピーダンス伝送線及び低インピーダンス伝送線の数個の組 $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ を含む。各伝送線は四分の一波長の長さである。伝送線の組 l_1 及び l_n は、低インピーダンスを持っていて、例えば、音響ミラー70の下層70c及び上層70aを、又はその逆に上層及び下層を、表わしている。組 l_2 の伝送線は高インピーダンスを有し、例えば、音響ミラー70の中層70bを表わす。基板36のインピーダンスを表わす負荷インピーダンス Z_L も示されている。組 l_3 及び l_n も図7に示されていて、音響ミラー70に4つ以上の層が含まれる場合の層を表わしている。符号“n”は偶数を表わす。隣り合う伝送線の組（例えば、連続する層）の音響インピーダンスの比は、負荷インピーダンス Z_L を電極24と音響ミラー70の上層70aとの境界面でのインピーダンスを表わす最小インピーダンス Z_0 に変換するのに充分な大きさを持っている。しかし、その比が小さい場合には、負荷インピーダンス Z_L を最小インピーダンスに変換するために追加の層が必要である。

【0031】もう一度図6の装置23を参照する。圧電層22が振動するとき、その振動は電極24と上層70aとの境界面により基板36から実質的に絶縁される。

【0032】音響ミラー70を構成する層の数は奇数で

あるのが好ましいけれども、場合によっては偶数個の層を設けてもよいことに留意するべきである。例えば、1つ以上の粘着性の層を、電極24と上層70aとの間に、及び/又は基板36と下層70cとの間に、これらの層を互いに接着させるために設けることができる。その粘着性の層は任意の適当な接着材料で形成できる。当業者であれば分かるであろうが、この装置に使用される接着剤は、例えば、その接着剤の層を囲む層の厚み、その囲む層に含まれる材料の種類、その囲む層を作るためにために使われる付着プロセスの種類、及び圧電層22を形成するときの環境条件（例えば温度）、などのいろいろな要素に依存する。

【0033】図3に、他の種類のBAW共振器80の横断面が示されている。共振器80は、圧電層82、上側電極84、下側電極86、膜88、及び、ヴァイア92を有する基板90から成っている。共振器80及び共振器20は、両方ともに、それぞれの装置の圧電層22及び82が生成した音響振動を空気界面によって反射するという意味で、同様に機能する。これらの共振器20及び80の主な違いは、それぞれの空気界面を作るために使われる方法である。例えば、共振器80では、層84、86、82、及び88の全てが形成された後に、基板の一部分が基板90の下からエッチングにより除去されてヴァイア92が形成される。

【0034】図4は他の種類の共振器80'を示しており、この共振器は、上層84'と、圧電層82'と、下側電極86'と、ヴァイア92'及び膜88'を含む基板90'とから成っている。膜88'は、基板90'の材料の一部を下から除去することによって形成される。共振器80'は図3の共振器80と同様に機能する。

【0035】上記の共振器を形成する層のうちの少なくとも一部は空気にさらされてもよい。

【0036】本発明は、BAWフィルタの層の表面を保護するための新規で実用的な手法を開発した。その手法は、露出する共振器の層の表面が汚染されたり傷ついたりするのを防止するための、現在利用できる手法を使用することに伴う大きなコストを回避する。本発明の手法では、公知の種類のBAW共振器の空気界面に取って代わる、音波を反射する境界面が設けられることとなるようにBAWフィルタを製造することが可能である。

【0037】本発明に従って構成されたバルク型音波（BAW）フィルタの上面を示す図9と、図9の線8-8に沿って描かれたフィルタ1の横断面の側面を示す図8を見ると本発明の1実施例を理解することができる。始めに図8を参照すると、BAWフィルタ1は、基板13と、基板13の上に位置する第1音響ミラー17と、第1共振器7と、第2共振器12とから成っている。第1共振器7及び第2共振器12は第1音響ミラー17の上に位置している。第2音響ミラー18は第1及び第2の共振器7及び12の上に配置されている。また、図8

及び図9には示されていないけれども、第2音響ミラー18を第1音響ミラー17の一部分の上に配置することもできる。保護パッシベーション層3が第2音響ミラー18の上に配置されている。

【0038】第1の、下側の音響ミラー17は3つの層、即ち、上層14、中層15、及び下層16から成っている。各層14、15及び16は、例えば、BAWフィルタ1の共振周波数での四分の一波長にほぼ等しい厚みを有する。上層14及び下層16は、例えば、シリコン(Si)、ポリシリコン、アルミニウム(Al)、又はポリマなどの、音響インピーダンスの低い材料で構成される。また、中層15は、例えば、金(Au)、モリブデン(Mo)、又はタングステン(W)などの、音響インピーダンスの高い材料で構成される。従って、中層15の音響インピーダンスは上層14の音響インピーダンスより大きい。同様に、中層15の音響インピーダンスは下層16の音響インピーダンスより大きい。

【0039】好ましくは、層15の音響インピーダンスの、層14のそれに対する比と、層15の音響インピーダンスの、層16のそれに対する比とは、基板13のインピーダンスが低い値に変換されるのを可能にするほどに充分に大きい。しかし、例えば、これらの層14、15、及び16を形成するのに使われる材料が、それらの比を、基板13のインピーダンスを所望の低い値に変換するのに必要な比より小さくするような材料である場合には、このインピーダンスを所望の低い値に変換するために第1音響ミラー17の中に追加の層を設けることができる。第1音響ミラー17の中には奇数個の層が含まれているのが好ましいけれども、実際上は、必要ならば、下側電極19を上層14にしっかりと接着させ、且つ／又は下層16を基板13にしっかりと接着させるために、1つ以上の接着剤層を設けてもよい。上記のように、例えば、その接着剤の層を囲む層の厚み、その囲む層に含まれる材料の種類、その囲む層を作るために使われる付着プロセスの種類、及び圧電層22を付けるときの環境条件(例えば温度)、などのいろいろな要素に依存して、接着剤層は随意の適当な接着材料を含むことができる。しかし、共振器の層は付着された後に互いにしっかりと接着し合うので接着剤層は設ける必要はない。

【0040】共振器7及び12のうちの少なくとも一方が振動させられる時、その振動は第1音響ミラー17によって基板13から実質的に絶縁される。振動がこの様に絶縁され、BAWフィルタ1の製作時に基板13をエッチングする必要がないので、例えばSi、SiO₂、GaAs、ガラス、或いはセラミック材料などの、インピーダンスの低いいろいろな材料で基板13を構成することができる。しかし、第1音響ミラー17の層14、15、及び16を介してインピーダンス変換が行われるので、基板13を高インピーダンス材料で構成すること

もできる。

【0041】本発明のこの実施例では、第2の、上側或いは頂部の音響ミラー18も、3つの層、即ち、上層4、中層5、及び下層6から成っている。これらの層は、各々、例えば四分の一波長にほぼ等しい厚みを持っている。上層4及び下層6は、例えば、シリコン(Si)、ポリシリコン、アルミニウム(Al)、或いはポリマなどの、音響インピーダンスの低い材料から成る。また、中層5は、例えば、金(Au)、モリブデン(Mo)、或いはタングステン(W)などの、音響インピーダンスの高い材料から成る。BAWフィルタ1の頂部を保護する保護パッシベーション層3は、0.2μm又はそれ以上の厚みを有する。保護パッシベーション層は、例えば、エポキシ、SiO₂、“グロップトップ(glop top)”材料(例えば、加熱後に硬化する、エポキシをベースとした粘性流体)、或いはその他の適当な保護性の材料で構成され得るものである。第2音響ミラー18で3つの層が使用されているのは例示にすぎなくて、前述したように、もっと多数の奇数個の層を使用することもできる。また、下層6を共振器7及び12の上面にしっかりと接着させるために、且つ／又は上層4を保護パッシベーション層3にしっかりと接着させるために、必要に応じて1つ以上の接着剤層を設けてもよい。

【0042】第1及び第2の共振器7及び12はBAW共振器である。これらの共振器7及び12は、各々、

(1)第1音響ミラー17の上に位置する下側電極19のそれぞれの部分と、(2)下側電極19のそれぞれの部分と第1音響ミラー17のそれぞれの部分との上に位置する圧電層9と、(3)圧電層9の部分と第1音響ミラー17のそれぞれの部分の上とに形成された上側電極8とを含んでいる。第1共振器7の上側電極8の一部は、第2音響ミラー18により覆われてはおらず、また保護パッシベーション層3によっても覆われてはいなくて、第1接点パッド10を設けるために露出されている。同様に、第2共振器12の上側電極8の一部は、第2音響ミラー18により覆われてはおらず、また保護パッシベーション層3によっても覆われてはいなくて、第2接点パッド11を設けるために露出されている。また、図9を参照すると、共振器12のこの上側電極8のもう1つの部分は、後述する共振器12'の上側電極を形成している。

【0043】BAWフィルタ1の接点パッド10は、フィルタ1の入力及び出力をそれぞれ提供する。接点パッド10及び11により、ワイヤ又はハング接合或いはその他の適当な手法を用いてBAWフィルタ1を外部回路に電気的に結合させることができる。例えば、図11を参照すると、接合ワイヤ112を介して接点パッド10及び11を回路基板106のそれぞれの接点パッド102a及び102bに結合させることができる。また、例えば、図34を参照すると、フリップチップ法によりハ

ンダ・パンパ114を介して接点パッド10及び11を回路基板106の接点パッド102a及び102bに結合させることができる。

【0044】図9を参照すると、フィルタ1は第1及び第2の共振器7及び12の他に第3共振器7'及び第4共振器12'も含んでいる。第3及び第4の共振器7'及び12'は共振器7及び12と同様のコンポーネントから構成されている。図9にはグラウンド接点パッド

(G)も示されている。グラウンド接点パッド(G)は、第3共振器7'の上側電極8に接続されていて、第2音響ミラー18によっても保護バッシェン層3によっても覆われていない。グラウンド接点パッド(G)は、第4共振器12'の下側電極19の一部にも結合されている。図9から分かるように、フィルタ1は梯子の形態を有する。フィルタ1の略図が図11に示されている。

【0045】フィルタ1は他の形態を持っていてもよい。例えば、図10は、本発明の他の実施例に従って構成されたフィルタ1aの横断面を示す上面図である。本発明のこの実施例では、フィルタ1aは図9に示されているフィルタ1と同様のコンポーネントから構成されているけれども、単一のグラウンド接点パッド(G)の替わりに2つのグラウンド接点パッド(G1)及び(G2)が設けられている点で異なっている。グラウンド接点パッド(G1)及び(G2)は、第2音響ミラー18によっても保護バッシェン層3によっても覆われてはいない。両方のグラウンド接点パッド(G1)及び(G2)が共振器7'の上側電極8と共振器12'の下側電極19とに結合されている。フィルタ1aの略図が図12に示されている。

【0046】図13及び図14は、本発明のもう一つの実施例に従って構成されたBAWフィルタ2の、それぞれ、横断面の側面図及び横断面の上面図を示す。図13及び図14のBAWフィルタ2は、図8及び図9のBAWフィルタ1と同様の層から成っている。しかし、本発明のこの実施例では、図8及び図9の接点パッド10、11及び(G)を形成した電極の部分は第2音響ミラー18によっても完全に覆われている(このことは共振器7'及び12'については図示されていない)。従って、露出した接点パッド10、11及び(G)は設けられていない。しかし、BAWフィルタ2は、BAWフィルタ2の外面上に配置された接点(即ち電極)19a、19b、及び19cを含んでいる。

【0047】図16は、BAWフィルタ2の斜視図であり、共振器7'及び12'を含むフィルタ2の領域から上側の音響ミラー18及び保護層3が除去されている(共振器7'及び12'の上側電極8と上側電極8と下側電極19とだけが図16に示されている)。接点19a及び19bはBAWフィルタ2の対向する外面上に配置され、接点19cはBAWフィルタ2の他の外面上に配置

されている。接点19a及び19bは、保護バッシェン層3、第1及び第2の音響ミラー17及び18、基板13のそれぞれの部分と、共振器7及び12の一方の電極8の一部とに隣接している。接点19aは第1共振器7の上側電極8に電気的に結合され、接点19bは第2共振器12の上側電極8に電気的に結合されている。

【0048】接点19cは、保護バッシェン層3、第1及び第2の音響ミラー17及び18、及び基板13のそれぞれの部分に隣接しており、第3共振器7'の上側電極8と第4共振器12'の下側電極19とに電気的に結合されている。各接点19a、19b、及び19cは、例えば金(Au)などの電導性の材料で構成される。接点19a、19b、及び19cにより、BAWフィルタ2を外部の回路に電気的に結合させることができる。

【0049】接点19a、19b、及び19cを配置してあるために、表面取り付け法によってBAWフィルタ2を回路基板に取り付けることができるので、回路組立を簡単化することができる。例えば、図18、図21、及び図22を参照すると(図21、図22はBAWフィルタ2の横断面を表わす)、接点19a、19b、及び19cを回路基板106のそれぞれの接点パッド102a、102b、及び102cにハンダ付けすることによってBAWフィルタ2を回路基板106に表面取り付けすることができる。これにより接点19a、19b、及び19cを回路基板の配線100に電気的に結合させることができる。接点19a、19b、及び19cは、更に、組立時及びその後の使用の際に遭遇する可能性のある例えばハンダ104又は溶剤などの環境汚染物質からBAWフィルタ2を少なくとも部分的に絶縁させるのに役立つことも分かる。

【0050】BAWフィルタ2は他の形態を持つこともできる。図15は、本発明のもう一つの実施例に従って構成されたBAWフィルタ2aの断面を上から見た図である。図15の線13-13に沿って描かれたBAWフィルタ2aの断面を横から見た図が図13に示されている。BAWフィルタ2aは図8及び図10のBAWフィルタ1aと同様の層から形成されている。しかし、本発明のこの実施例では、図8及び図10の接点パッド10、11、(G1)、及び(G2)を形成した電極の部分は第2音響ミラー18によっても完全に覆われており(このことは共振器7'及び12'については図示されていない)、露出した接点パッド10、11、(G1)、及び(G2)は設けられていない。

【0051】図17は、BAWフィルタ2aの斜視図であり、上側の音響ミラー18と保護層3とは、共振器7'及び12'を含むフィルタ2aの領域から除去されている。BAWフィルタ2aは、上記のものと同様の接点19a及び19bを含んでおり、更に接点19d及び

19eも含んでいる。接点19a及び19bはフィルタ2aの対向する外面上に配置されており、接点19d及び19eもフィルタ2aの対向する外面上に配置されている。接点19a、19b、19d、及び19eは、例えば金(Au)などの電導性の材料から成っている。接点19aは第1共振器7の上側電極8に電気的に結合され、接点19bは第2共振器12の上側電極8に電気的に結合されている。また、接点19d及び19eは、各々、第3共振器7'の上側電極8と第4共振器12'の下側電極19とに電気的に結合されている。接点19a、19b、19d、及び19eにより、BAWフィルタ2を外部の回路に電気的に結合させることができる。

【0052】接点19a、19b、19d、及び19eを配置してあるので、BAWフィルタ2aを表面取り付け法によって回路基板に取り付けることができる。これで回路の組立工程を簡単化することができる。例えば、図19、図21、及び図22を参照すると(図21及び図22はBAWフィルタ2aの断面を表す)、接点19a、19b、19d、及び19eを回路基板106のそれぞれの接点パッド102a、102b、102d、及び102eにハンダ付けすることによってBAWフィルタ2aを回路基板106に表面取り付けすることができる。これにより、接点19a、19b、19d、及び19eを回路基板の配線100に電気的に結合させることができる。接点19a、19b、19d、及び19eは、更に、組立時及びその後の使用の際に遭遇する可能性のある例えばハンダ104又は溶剤などの環境汚染物質からBAWフィルタ2aを少なくとも部分的に絶縁させるのに役立つことも分かる。

【0053】図25-図27は、本発明のもう一つの実施例、即ち、積み重ねフィルタ構造を有するBAWフィルタ116を表わす図である。フィルタ116は“積み重ね水晶フィルタ”(SCFと略記)とも呼ばれる。SCFは2部分装置であって、直列共振のみを示す。SCF116は、基板13と、第1の、下側の音響ミラー17と、第2の、上側の音響ミラー18と、保護パッシベーション層3とを含んでおり、これらは上記のものと同様のものである。SCF116は、第1の、下側の共振器111、及び、第2の、上側の共振器109も有する。下側電極111は下側の音響ミラー17の上に配置されている。上側電極109は、第1共振器111の上に配置され、この様にして共振器の積み重ね構造が形成されている。

【0054】第1の、下側の共振器111は、圧電層110、下側電極19、及びグラウンド電極8'を含んでいる。圧電層110は、グラウンド電極8'の幾つかの部分と電極19との間に位置している。第2の、上側の共振器109はグラウンド電極8'と、圧電層108と、上側電極8とを含んでいる。圧電層108は、グラウンド電極8'の幾つかの部分と上側電極8との間に配置されてい

る。圧電層108及び110及び電極8、8'、及び19は、上記のものと同様の材料から成っていて、上記のものと同様の厚みを持つことができる。

【0055】第2音響ミラー18は、共振器積み重ね構造と第1音響ミラーの幾つかの部分とを覆っている。図25から分かるように、グラウンド電極8'の一部は、第2音響ミラー18によっても、また保護パッシベーション層3によっても覆われていなくて、グラウンド接点パッド8''を設けるために露出されている。同様に、図27から分かるように、上側電極8及び下側電極19の一部も、第2音響ミラー18によっても、また保護パッシベーション層3によっても覆われていなくて、第1及び第2の接点パッド10及び11をそれぞれ設けるために露出されている。接点パッド8''、10及び11により、ワイヤ接合又はハンダ接合、或いはその他の適当な手法を用いてSCF116を外部の回路に電気的に結合させることができる。例えば、図29を参照すると、接合ワイヤ112を介して接点パッド10及び11を回路基板106のそれぞれの接点パッド102a及び102bに結合させることができる。また、例えば、図30を参照すると、フリップチップ法を用いてハンダ114を介して接点パッド10及び11を回路基板106の接点パッド102a及び102bに結合させることができる。図29及び図30には示されていないけれども、SCF116の接点パッド8''をこれらの手法を用いて回路基板106に結合させることもできる。

【0056】図28は、本発明のもう一つの実施例に従って構成されたSCF118の断面を示している。SCF118は図25-図27のSCF116と同様の構造を持っている。しかし、本発明のこの実施例では、SCF116の接点パッド10、8''、及び11を形成した電極8、8'、及び19の部分は、第2音響ミラー18によって完全に覆われている。従って、露出した接点パッド10、8''、及び11は設けられていない。しかし、SCF118は、SCF118の対向する外面上に配置された接点19a及び19b(即ち、電極)を包含している。各接点19a及び19bは、保護パッシベーション層3、第1及び第2の音響ミラー17及び18、基板13のそれぞれの部分に隣接するとともに、電極8及び19のそれぞれの部分に隣接している。各接点19a及び19bは、例えば金(Au)で構成される。接点19aは下側電極19に電気的に結合され、接点19bは上側電極8に電気的に結合されている。接点19a及び19bにより、SCF118を外部の回路に電気的に結合させることができる。例えば、図31を参照すると、接点19a及び19bによりSCFを回路基板106に表面取り付けすることができる。接点19a及び19bを回路基板106のそれぞれの接点パッド102a及び102bにハンダ付けし、これにより接点19a及び19bを回路基板の配線100に電気的に結合させるこ

とによって、この表面取り付けを実現することができる。また、接点19a及び19bは、更に、組立時及びその後の使用の際に遭遇する可能性のある例えばハンダ104又は溶剤などの環境汚染物質からSCF118を少なくとも部分的に絶縁させるのに役立つことも分かる。

【0057】以上に、本発明の幾つかの実施例について説明をしたけれども、上記のBAWフィルタ1、1a、2、及び2a、及びSCF116及び118は、具体的アプリケーションに必要なフィルタの性能に依存して、上記の圧電層及び電極より多数の或いは少数の圧電層及び電極を持ってよいことに注意しなければならない。また、これらの装置の第1及び第2の音響ミラー17及び18は各々4層以上の層から成っていてもよい。例えば、連続する層が高インピーダンス及び低インピーダンスを交互に持つように全ての層が排列される限りは、第1及び第2の音響ミラー17及び18は各々追加の2層、4層、6層、或いはもっと多くの層を持つことができる。また、上側の音響ミラー17及び下側の音響ミラー18をフィルタ構造のそれぞれの部分にしっかり接着させるために、必要ならば接着剤層を設けてもよい。上記のBAWフィルタ1、1a、2、及び2aの形態は本発明の範囲を限定することを意図したものではなくて、他の形態を設けることもできることに更に注意しなければならない。例えば、BAWフィルタ1、1a、2、及び2aは、上記の共振器、接点パッド、及び／又は外部接点より多数の或いは少数の共振器、接点パッド、及び／又は外部接点を包含することができる。

【0058】第2の（即ち、上側の）音響ミラーを用いると、例えば図6に示されているような、音響ミラーを1つだけ包含している装置と比べて幾つかの利点が見られる。第2音響ミラーを採用することの1つの利点は、以下の解説から分かる。

【0059】例えば、BAWフィルタ1、1a、2、及び2aの共振器7、12、7'、及び12'のいずれか1つの上側電極8と下側電極19とに電圧をかけると、電場がこれらの電極8及び19の間に生じて圧電層9を振動させる。同様に、SCF116及び118のいずれか1つの電極8及び19に電圧をかけると、これらの共振器8及び19の各々とグラウンド電極8'との間に電場が生じて圧電層108及び110を振動させる。その結果として、これらのフィルタ内で振動している各圧電層からそれぞれのフィルタの第1の、下側の音響ミラー17に向かう方向に音波が伝播する。少なくとも部分的には第1音響ミラー17の層14、15、及び16のインピーダンスに起因して、第1音響ミラー17は、それらの音響振動の少なくとも一部分を、基板13に向かわない方向へ反射する。その結果として、音波のうちの反射された部分は基板13には到達しない。この様にして、第1音響ミラー17は、それぞれのフィルタ1、1a、

2、2a、116、及び118の中で振動している圧電層により生成された振動を基板13から絶縁させる。

【0060】振動している各圧電層から、第2音響ミラー18に向かう方向にも音波が伝播する。第2音響ミラー18は第1音響ミラー17と同様に機能する。具体的に述べると、少なくとも部分的には、第2音響ミラー18を形成する層4、5及び6のインピーダンスに起因して、第2音響ミラー18は、音響振動を、保護パッシベーション層3に向かわない方向に反射し、また、BAWフィルタ2、BAWフィルタ2a、又はSCF118が使用される場合には外部接点（例えば、19a及び19b）に向かわない方向に音響振動を反射する。その結果として、反射された音波は、それぞれの装置のそれらの部分には到達せず、従って第2音響ミラー18と保護パッシベーション層3との境界面に到達しない。また、BAWフィルタ2及び2a、並びに図28のSCF118でも、第2音響ミラー18は、反射された音波が第2音響ミラー18と、それぞれの装置の上側部分に位置する接点（例えば、接点19a及び19b）の部分との間の境界面に到達するのを阻止する。例えば、何らかの材料が装置1、1a、2、2a、116、及び118のいずれかの保護パッシベーション層3上に置かれたりする場合に、音波のうちの反射された部分はその材料には到達しない。この様にして、第2音響ミラー18は、この材料を圧電層により生成される音波から絶縁させる。

【0061】第2音響ミラー18を採用することの第2の利点は、第2音響ミラー18がBAWフィルタ1、1a、2、及び2aの共振器7、12、7'、及び12'のほぼ全てと、SCF116及び118の共振器109及び111のほぼ全てとを覆い、従って溶剤などがこれらの装置に接触して汚染したり傷つけたりするのを防止することである。第2音響ミラー18がこの様にこれらの層を保護するので、これらの層のために例えば半密封パッケージなどの他の形の保護手段を設ける必要はない。従って、その様な他の形の保護手段に伴うコストは不要であり、装置の総製造コストが相当少なくなる。更に、本発明はSAW共振器フィルタの替わりにBAWフィルタを採用するものであり、そのBAWフィルタを保護するための保護パッケージは不要であるので、SAWフィルタが使用される場合に一般に実行する必要のある、それらのフィルタを検査ワイヤを介してパッケージのピンに接続する工程は、不要である。その結果として、本発明のBAWフィルタは、保護パッケージを必要とするフィルタ（例えば、SAWフィルタ）より小さな寄生成分（例えば、寄生キャパシタンス）を示す可能性がある。更に、本発明のBAWフィルタ1、1a、2、及び2a並びにSCF116及び118を保護するためのパッケージは不要であるので、それらの個々の装置の全体としてのサイズは、例えば個々の半密封パッケージ

付きフィルタより小さくなる可能性がある。

【0062】本発明の種々の実施例が提供する他の利点は、保護のために何らかの形の半密封パッケージを必要とするSAWフィルタにではなくて、BAWフィルタに第2音響ミラーが採用されていることである。例えば、SAW装置に音響ミラー又は反射器が採用されたとすると、音波はSAWフィルタの中でこのフィルタの層の表面に平行な方向に伝播するので、その音響ミラーは指間メタライゼーション・パターン(inter-digital metallization patterns)を包含する必要がある。残念なことに、その様な指間メタライゼーション・パターンが存在するならば、そのBAW装置に保護用の密封パッケージを使用しなければならない。

【0063】本発明は、他の面において、BAWフィルタを製造してこのフィルタを回路基板に組み付ける方法を提供する。図19の論理流れ図を参照すると、その方法は、基板上に第1の、下側の音響ミラーを形成するステップ(A)を含んでいる。次のステップ(B)は、少なくとも1つの共振器を下側音響ミラー上に形成するステップを含む。その少なくとも1つの共振器は、上記のものと同様の1個又は数個のBAW共振器を含むことができる。例えば、下側音響ミラーの上面に、互いに隣接させて2個以上の共振器を形成することができる。また、例えば、下側音響ミラーの上面に共振器の積み重ね構造を形成して積み重ね水晶構造を作ることができる。入力パッド、出力パッド、及び接地パッドを設けるために共振器の電極のいろいろな部分から接点パッドを形成することもできる。

【0064】次のステップ(C)として、第2の、上側の音響ミラーを前述の少なくとも1つの共振器の相当の部分の上に形成する。この上側音響ミラーをこのフィルタの、例えば下側音響ミラーの一部を含む他の部分の上に形成してもよい。ステップ(C)は、第1の、下側の層を前述の少なくとも1つの共振器の上とこの下側音響ミラーの一部の上とに形成し、第2の、中間の層をこの下層の上に形成し、第3の、上側の層をこの中間層の上に形成するステップを含む。この下層、中層、及び上層は、上記のものと同様の上側音響ミラーを形成する。例えば、下層と上層とは、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム、或いはポリマ材料などの、音響インピーダンスの低い材料を含む。また、例えば、中層は、金、モリブデン、或いはタングステンなどの、音響インピーダンスの高い材料を含む。

【0065】この方法は、更にステップ(D)で上側音響ミラーの上層の上に保護パッシベーション層を形成し、接点パッドが設けられる場合にはその接点パッドのための穴を形成するためにステップ(C)及び(D)で形成された層をパターン化するステップを含む。保護パッシベーション層と接点パッドも上記のものと同様である。上側音響ミラーは、前述の少なくとも1つの共振器

を傷つける可能性のある外来の材料がこの共振器に接触するのを防止する。これらのステップに従ってウェーハ上に2個以上のBAWフィルタを作ることができることが分かる。

【0066】その後、ブロック(E)で選択される組み付け法により、フィルタを回路基板に組み付ける。ブロック(E)で選択される組み付け法がオンボード組み付け法であるならば、ステップ(F1)及び(F2)を実行する。ステップ(F1)では、ウェーハを切断してチップにする。ステップ(F2)では、そのチップを接合ワイヤで回路基板の回路に結合させる。

【0067】ブロック(E)で選択される組み付け法がフリップチップ法であるならば、ステップ(G1)及び(G2)を実行する。ステップ(G1)では、例えば、バンプ金属の真空蒸着(例えば、蒸着)又はハンダの電気化学メッキによってハンダ・バンプをフィルタの接点パッド上に形成する。次にウェーハを切断してチップにする。その後、ステップ(G2)で、回路基板の選択された接点にフリップチップ法でこれらのチップを結合させる。

【0068】ブロック(E)で選択される組み付け法が表面取り付け法である場合には、ステップ(H1)及び(H2)を実行する。ステップ(H1)では、ウェーハを切断してチップにし、フィルタのいろいろな部分の上に接点を形成する。これらの接点は、上記の接点(例えば接点19a及び19b)と同様のものであって、例えば、在来表面取り付け個別コンポーネントの端子を形成するために使われる方法と同様の細設せき法でこの接点を形成することができる。その後、ステップ(H2)で、表面取り付け法により回路基板の選択された接点パッドにこのチップを結合させる。すでに説明したように、上側音響ミラーは、前述の少なくとも1つの共振器を傷つける可能性のある外来の材料がこの共振器に接触するのを防止する。

【0069】本発明をその好ましい実施例に関して具体的に図示し説明をしたけれども、本発明の範囲から逸脱することなくその形及び細部を変更し得ることを当業者は理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】膜とエアギャップとを包含する典型的なバルク音波(BAW)共振器の横断面図を示す。

【図2】図1のBAW共振器の上面図である。

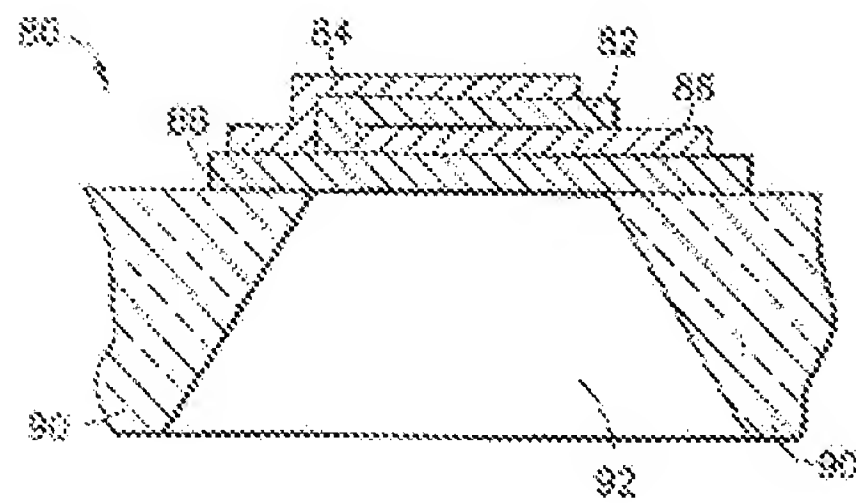
【図3】ヴァイアを有する基板を包含する典型的なBAW共振器の横断面図である。

【図4】基板の一部に形成されたヴァイア及び膜を有する典型的なBAW共振器の横断面図である。

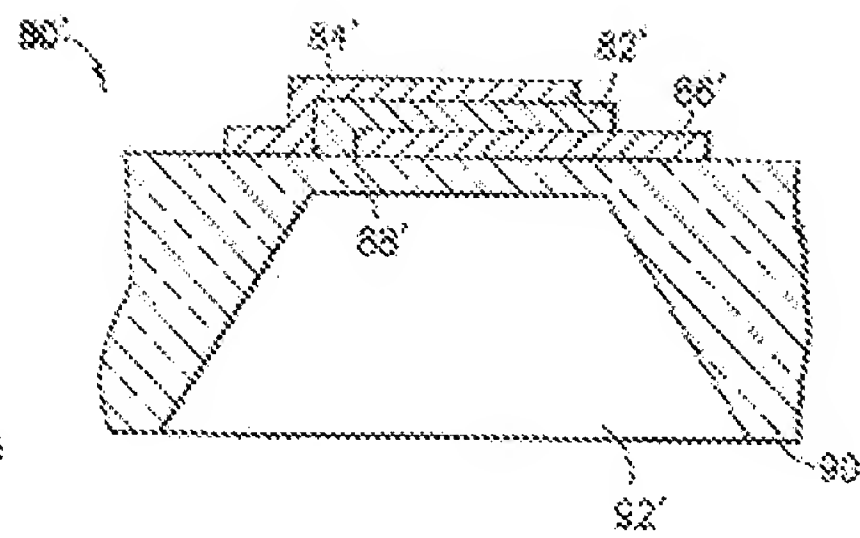
【図5】犠牲層を含む典型的なBAW共振器の横断面図である。

【図6】音響ミラーを含む典型的なBAW共振器の横断面図である。

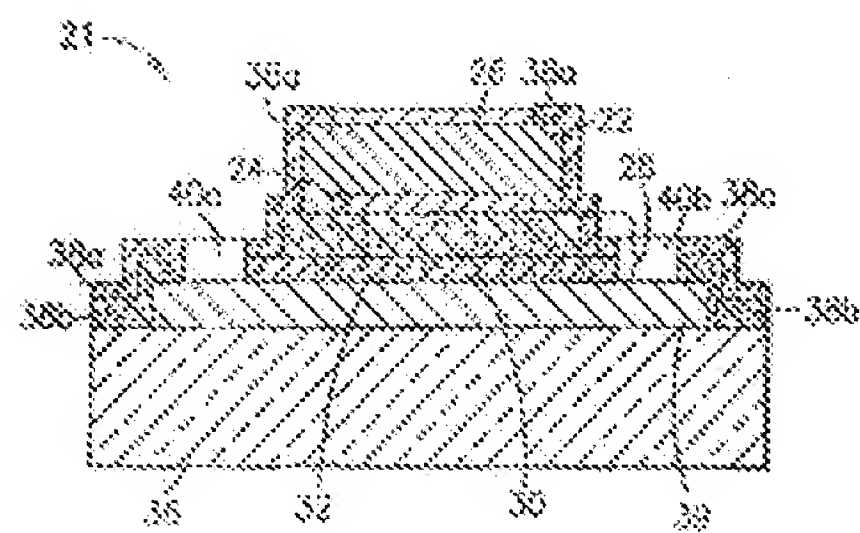
【図3】



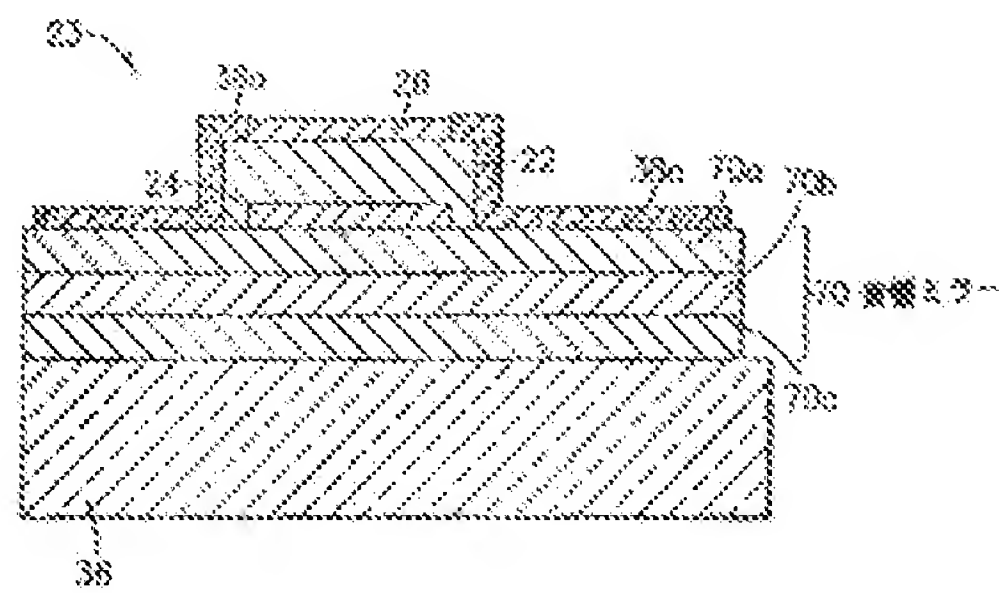
【図4】



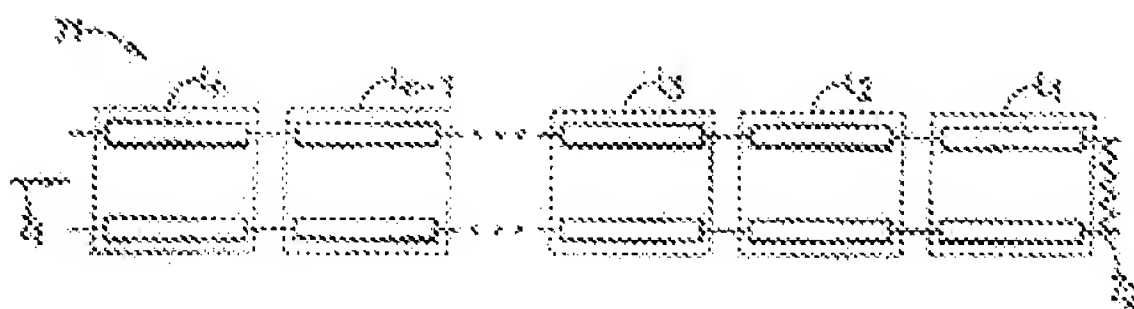
【図5】



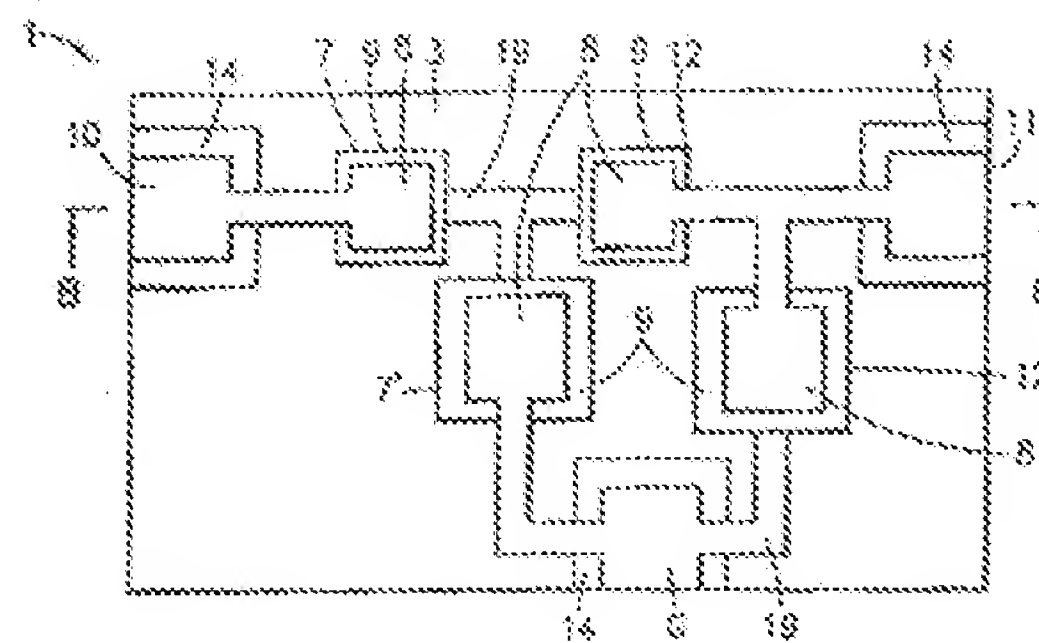
【図6】



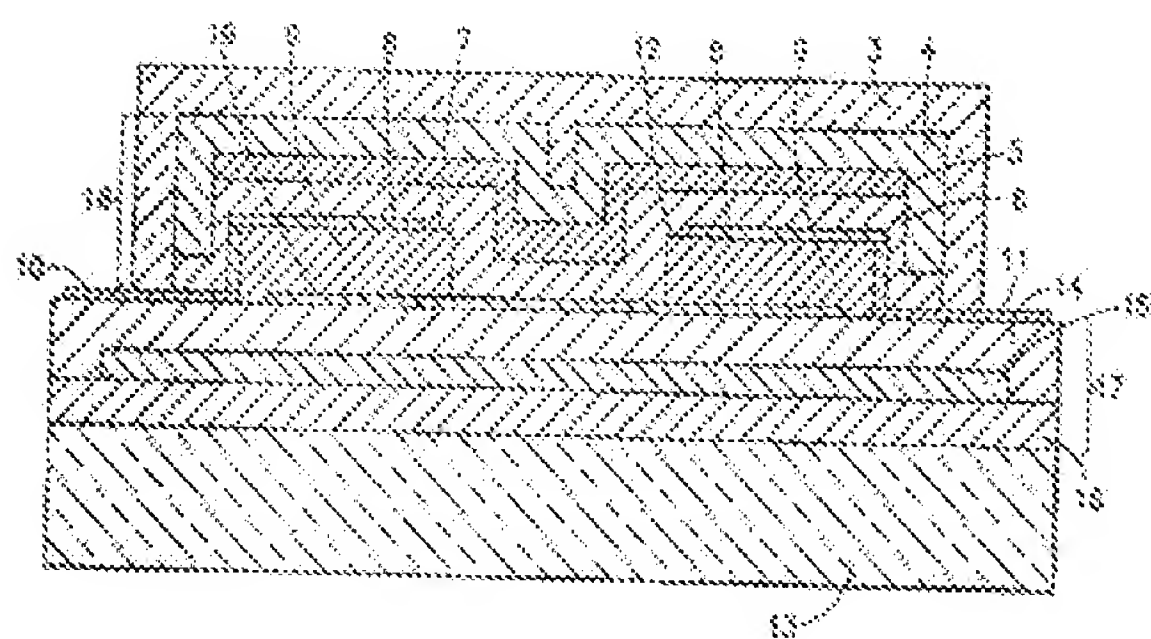
【図7】



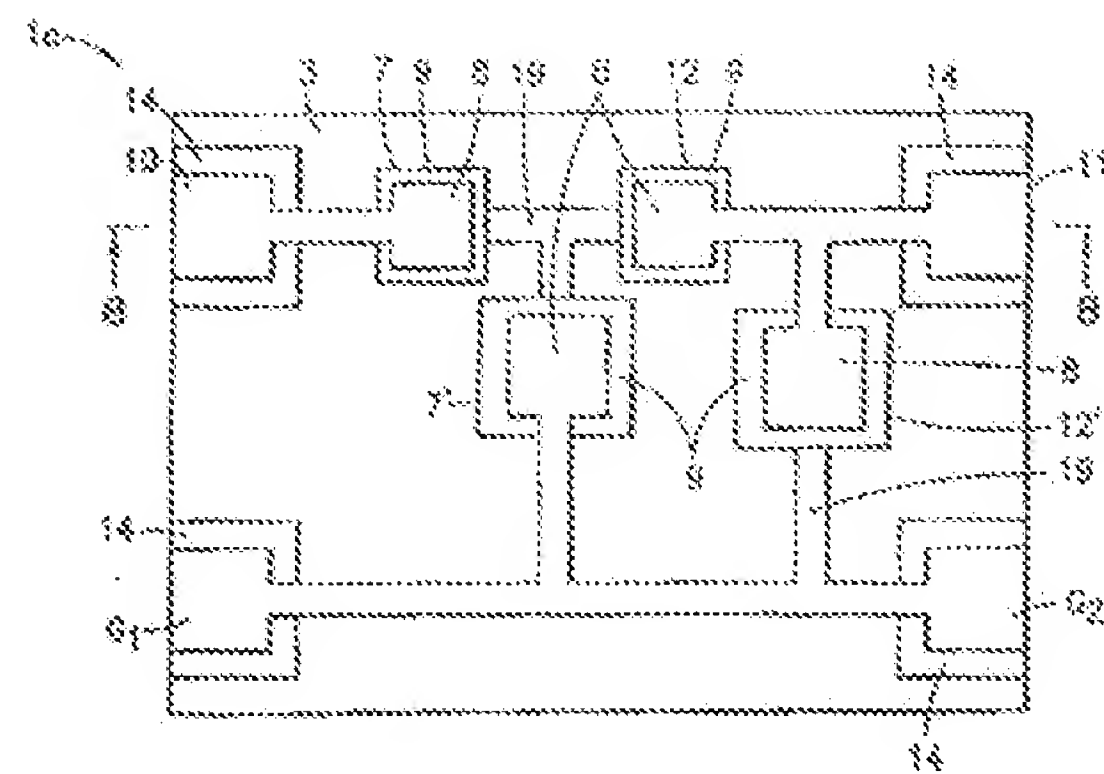
【図9】



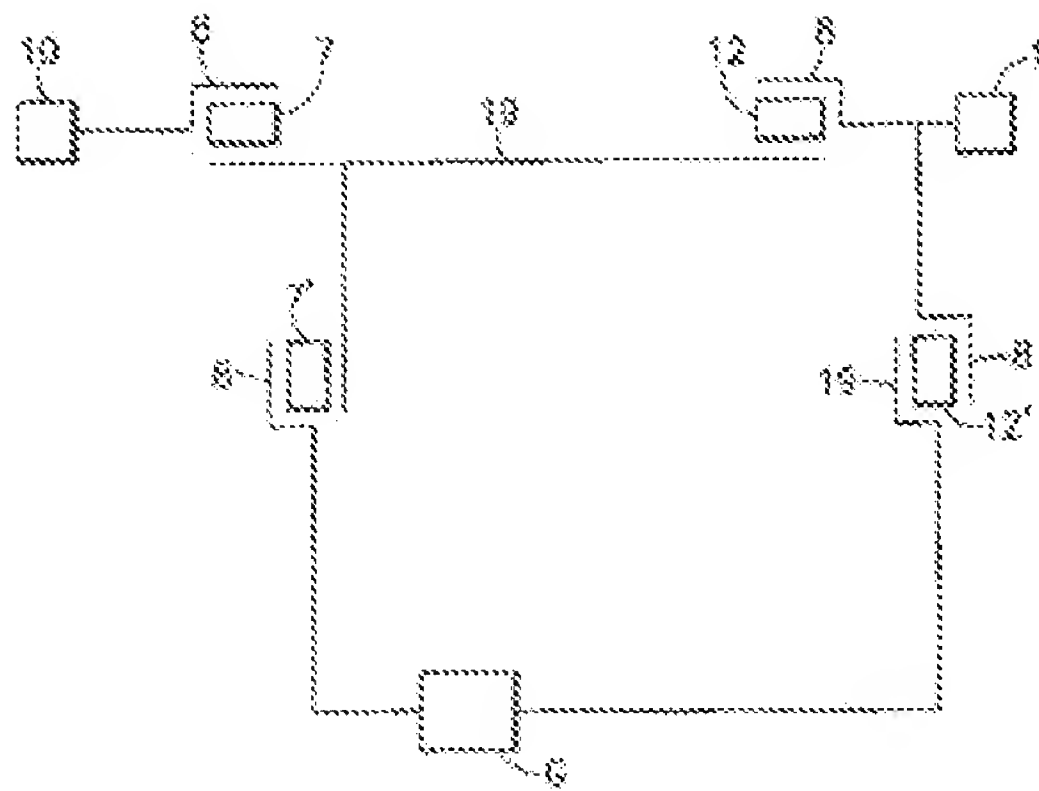
【図8】



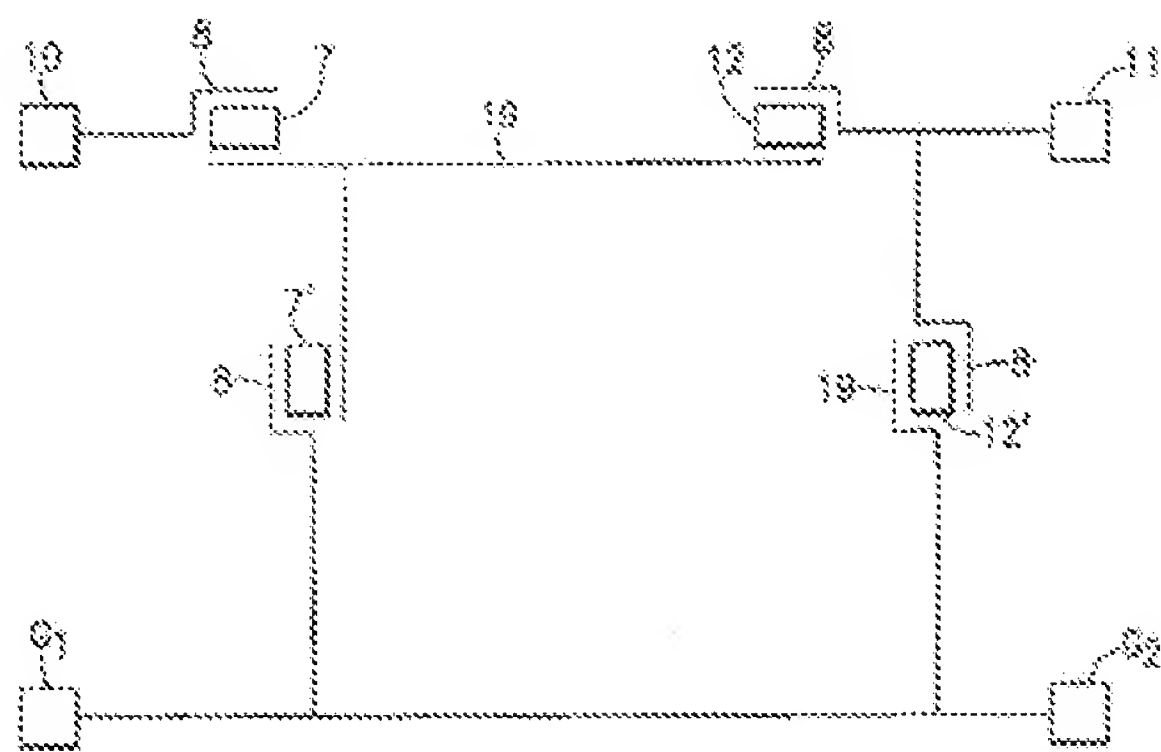
【図10】



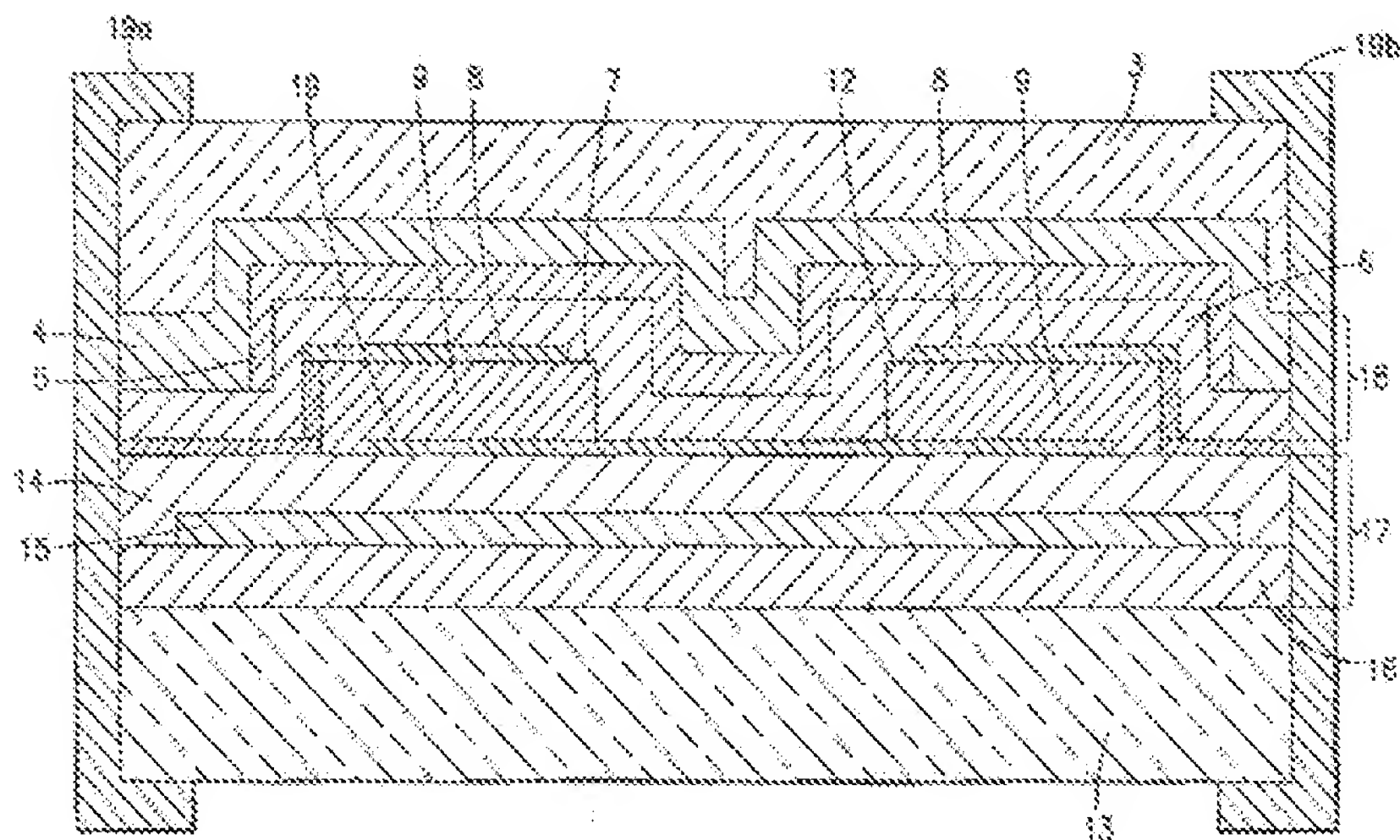
【図11】



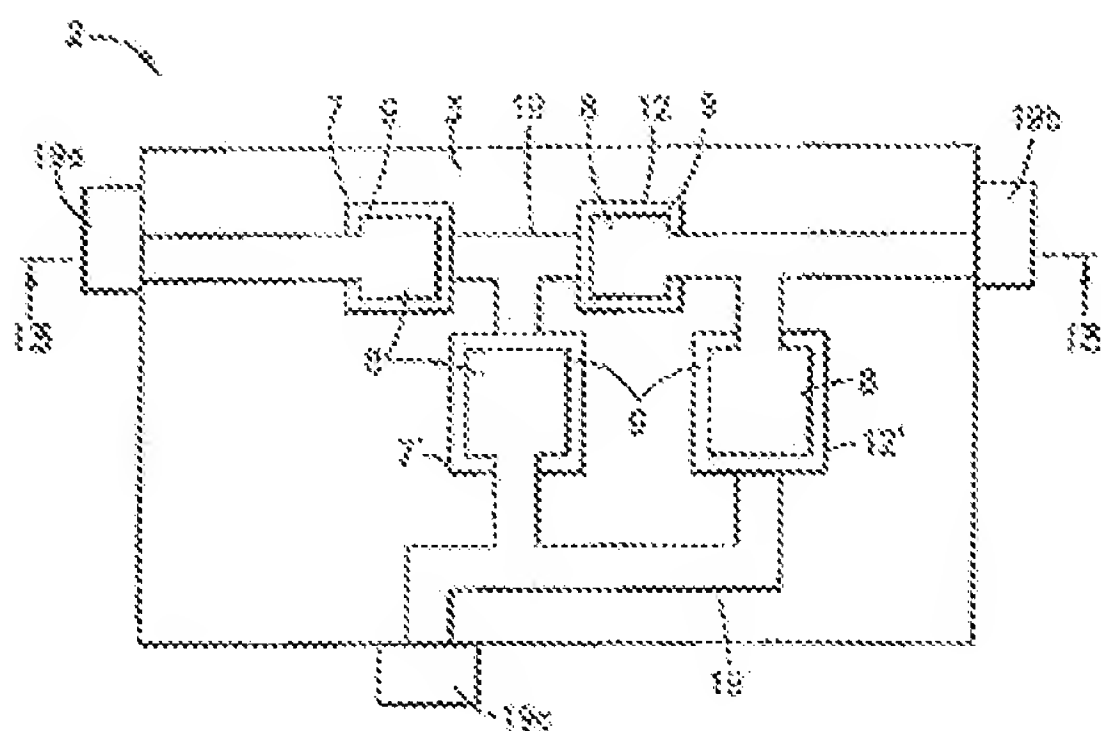
【図12】



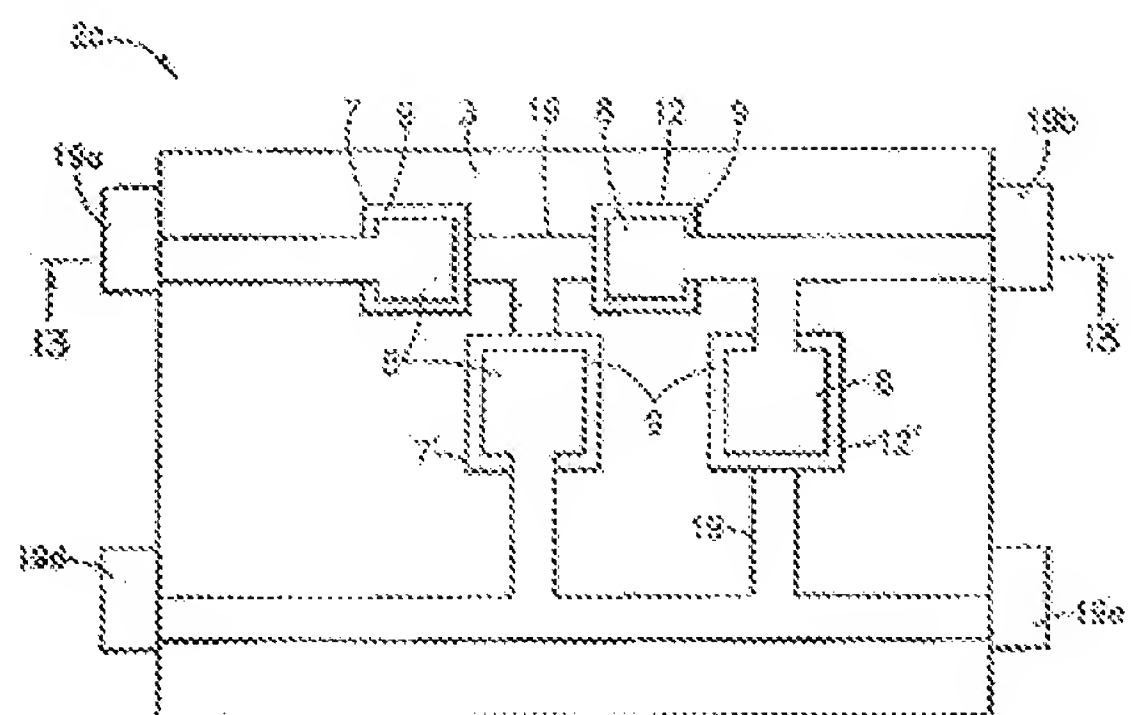
【図13】



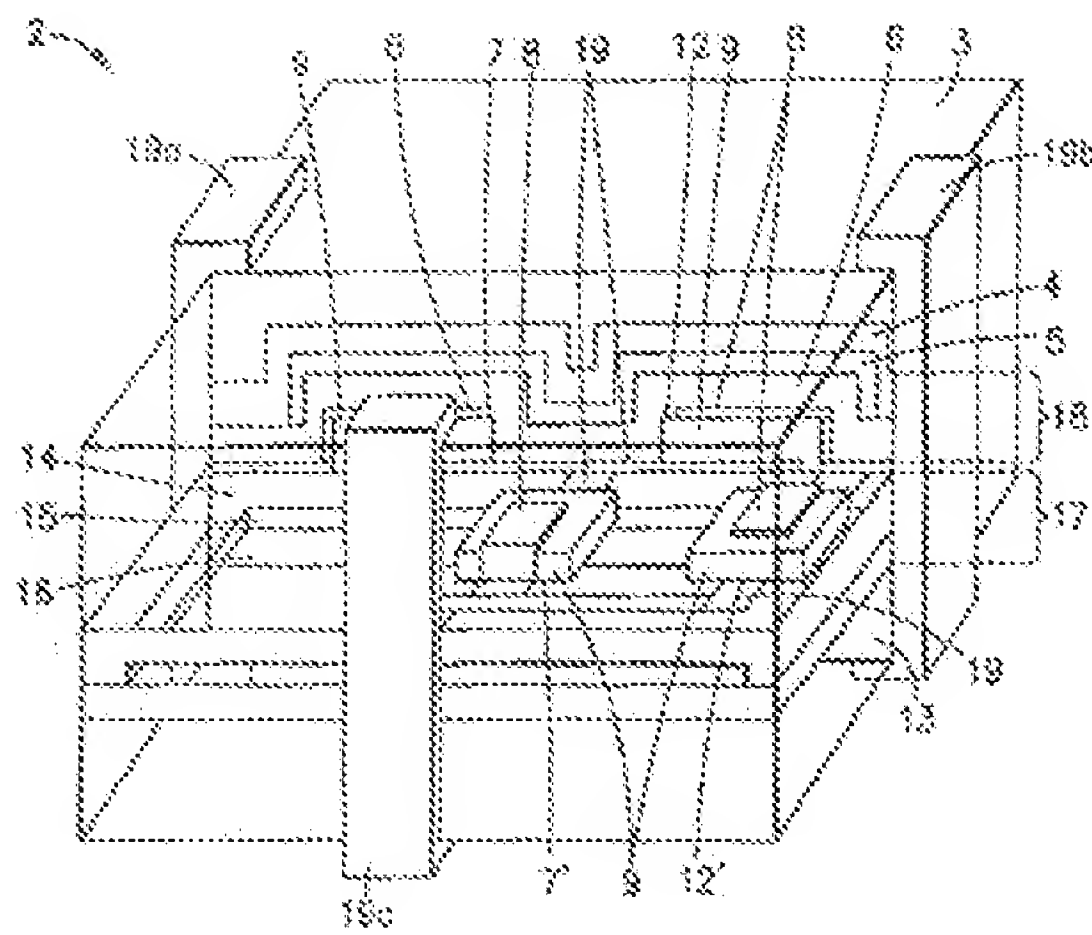
【図14】



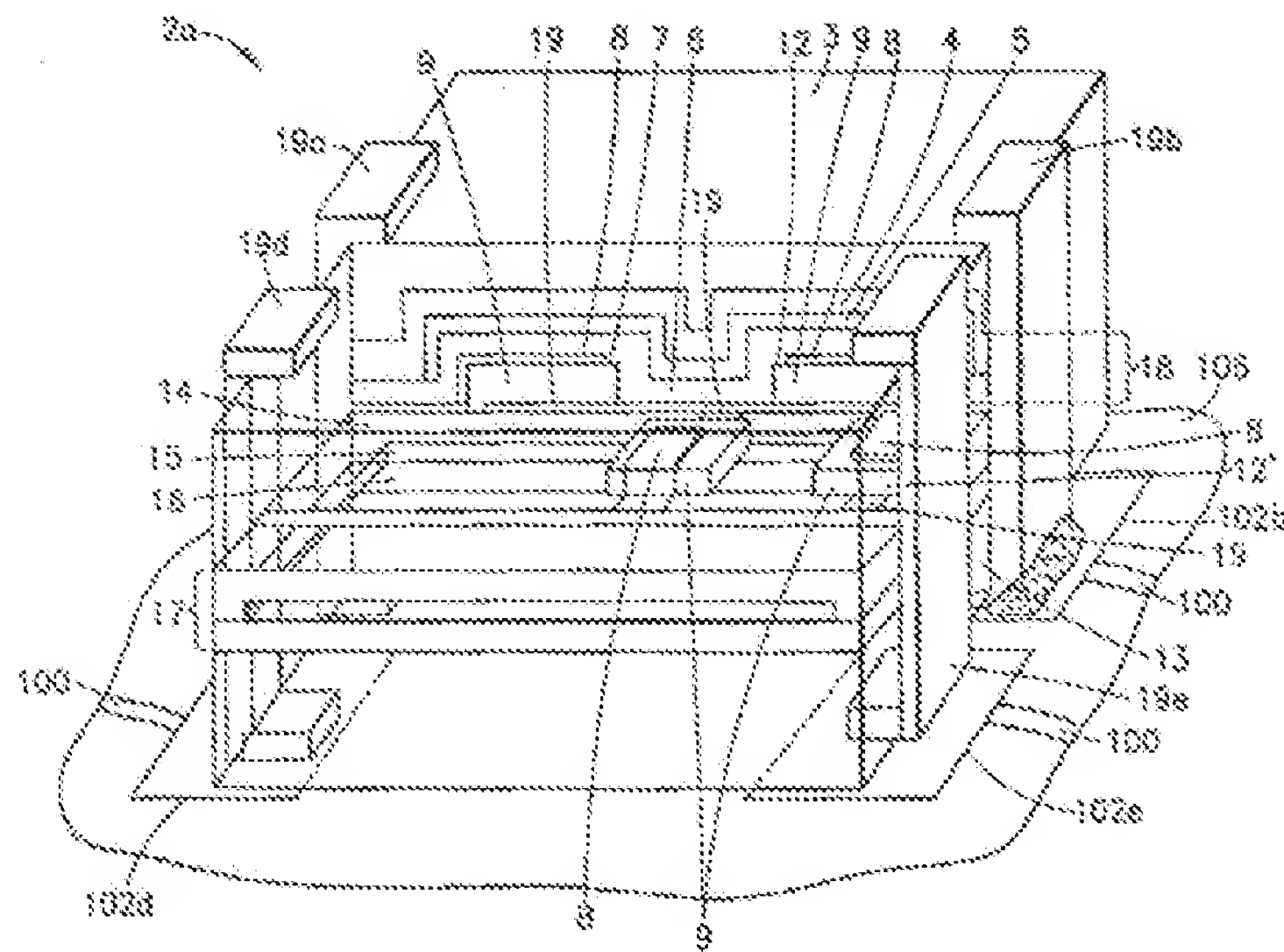
【図15】



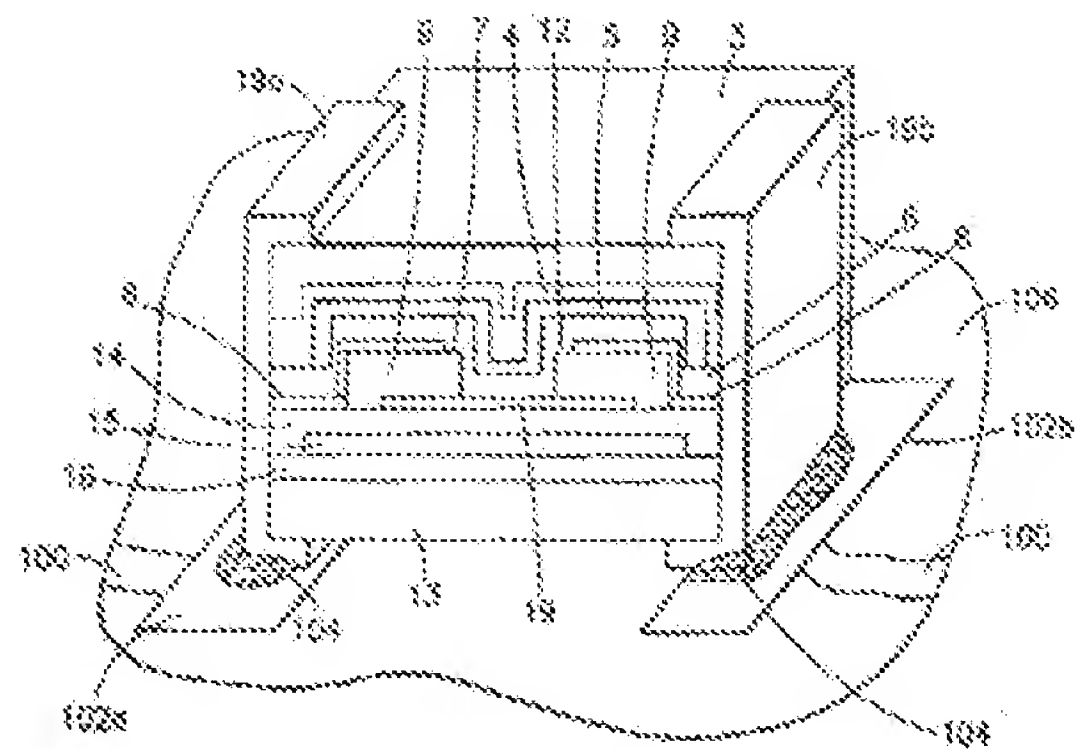
【図16】



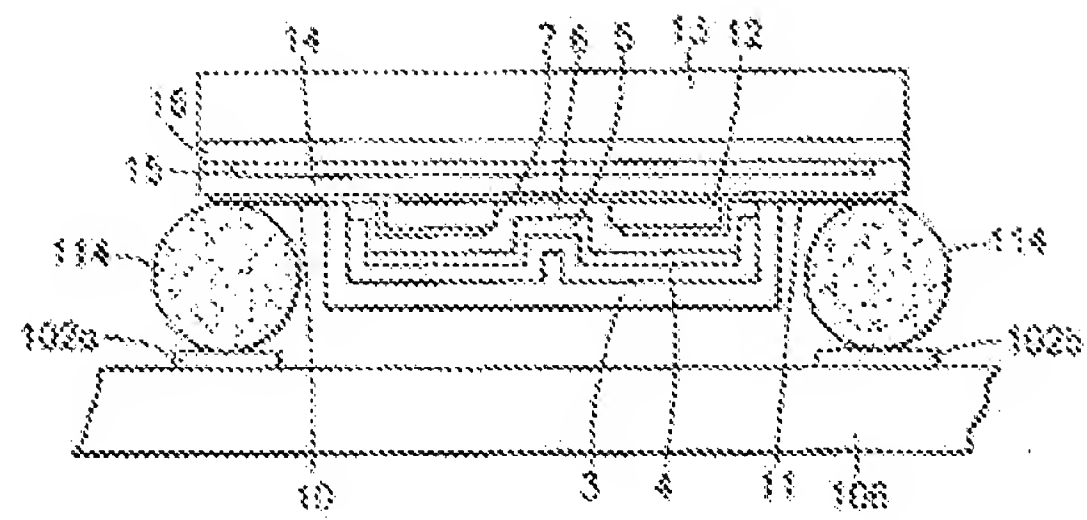
【図19】



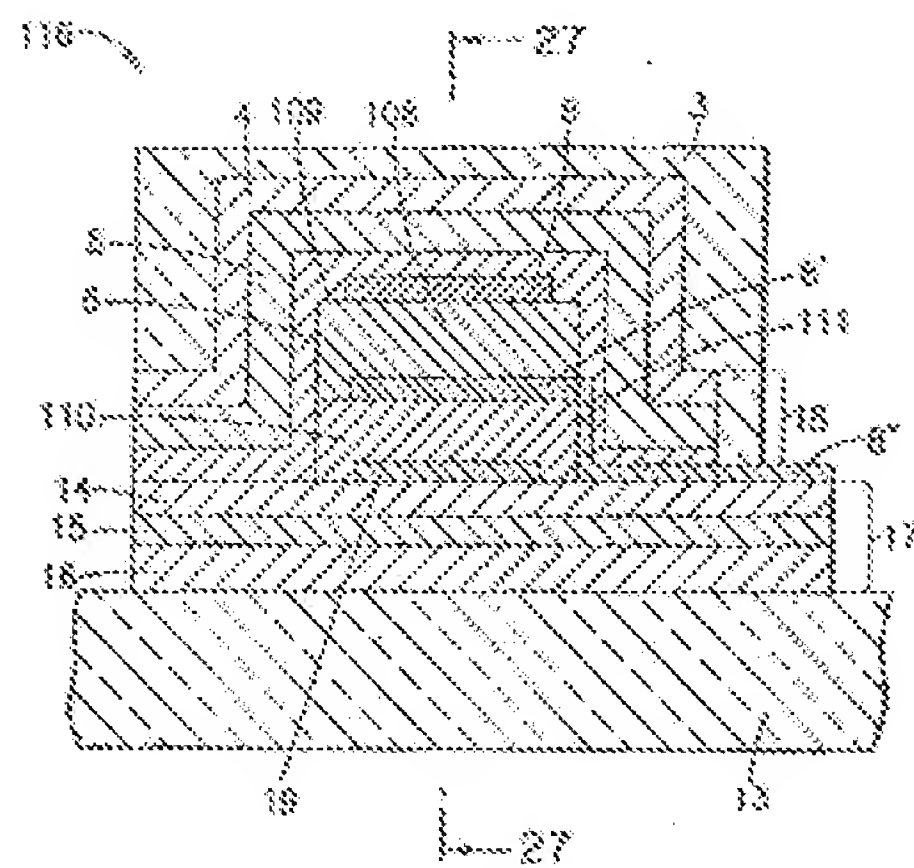
【図21】



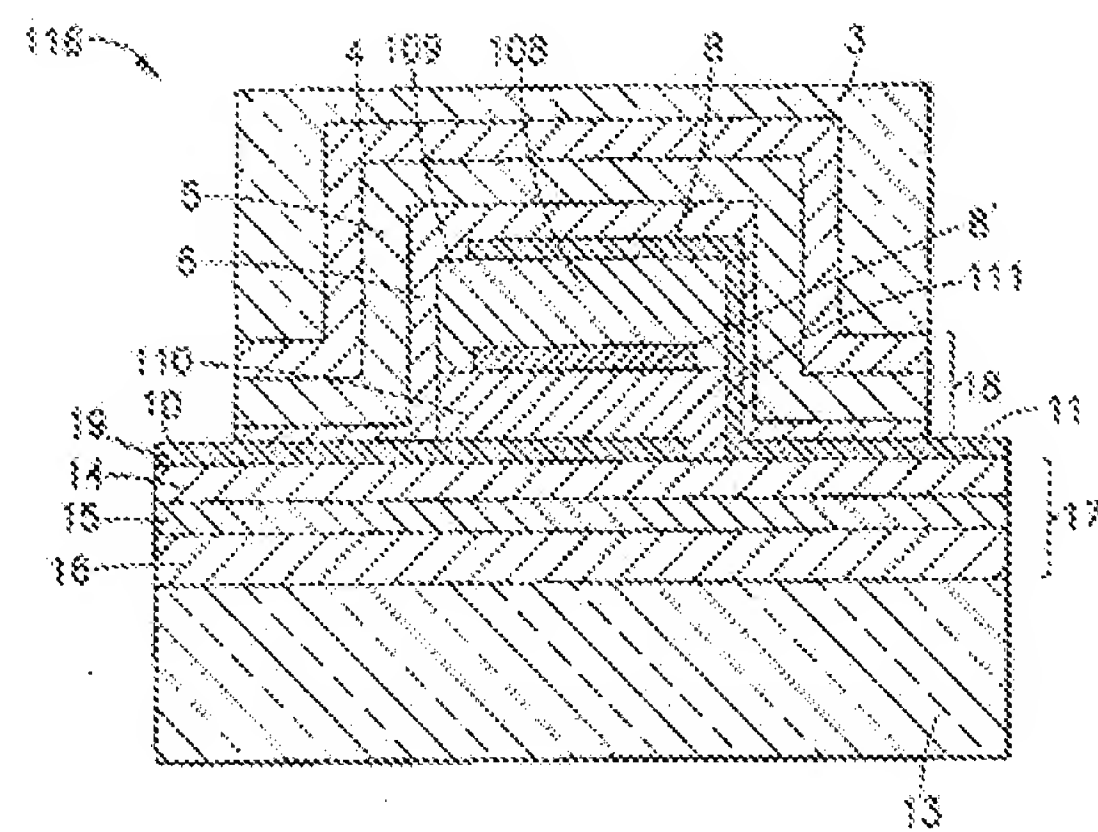
【図24】



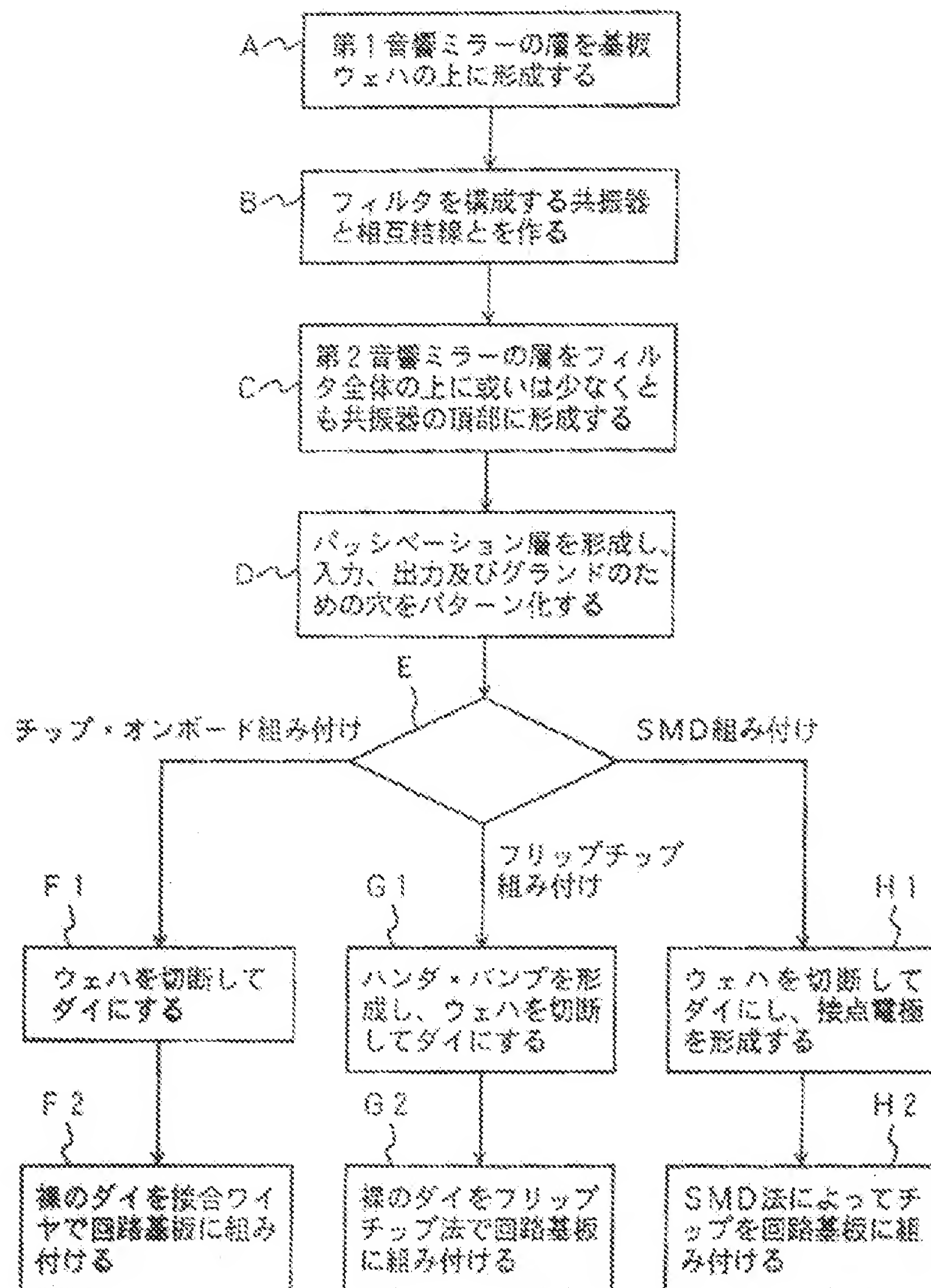
【図25】



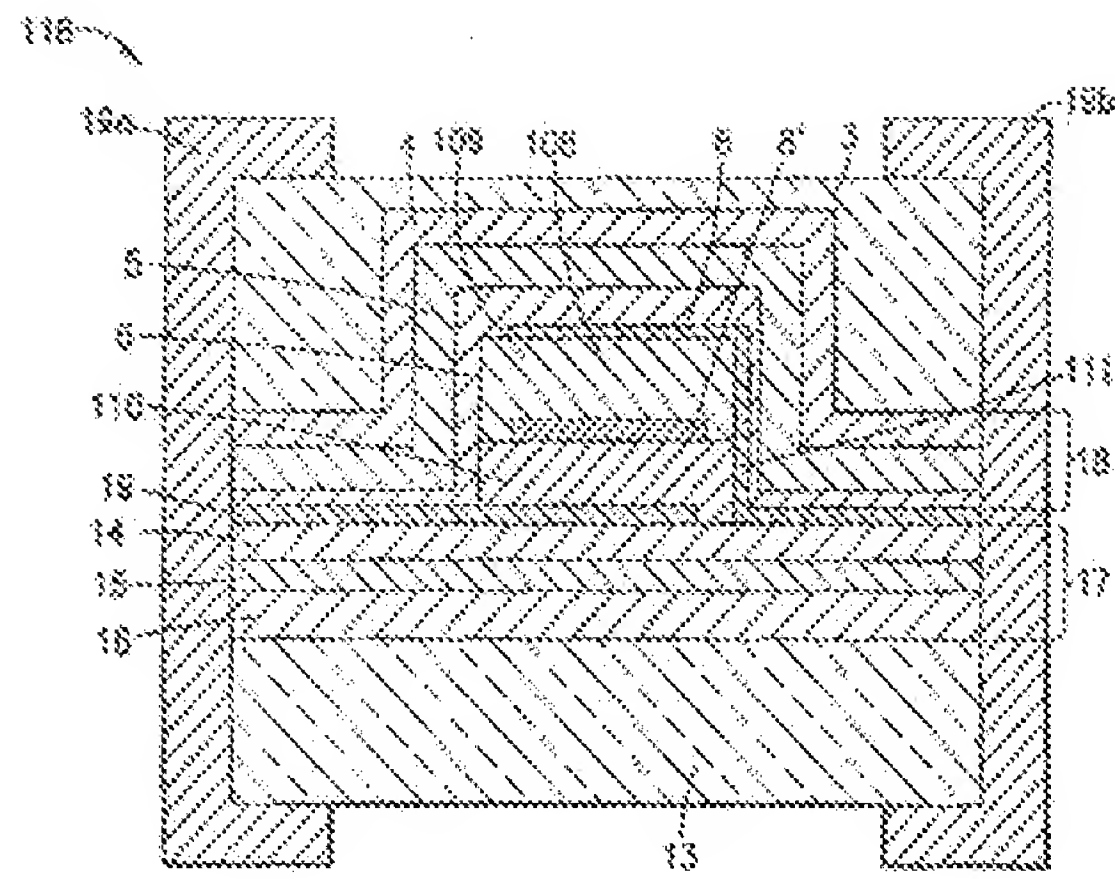
【図27】



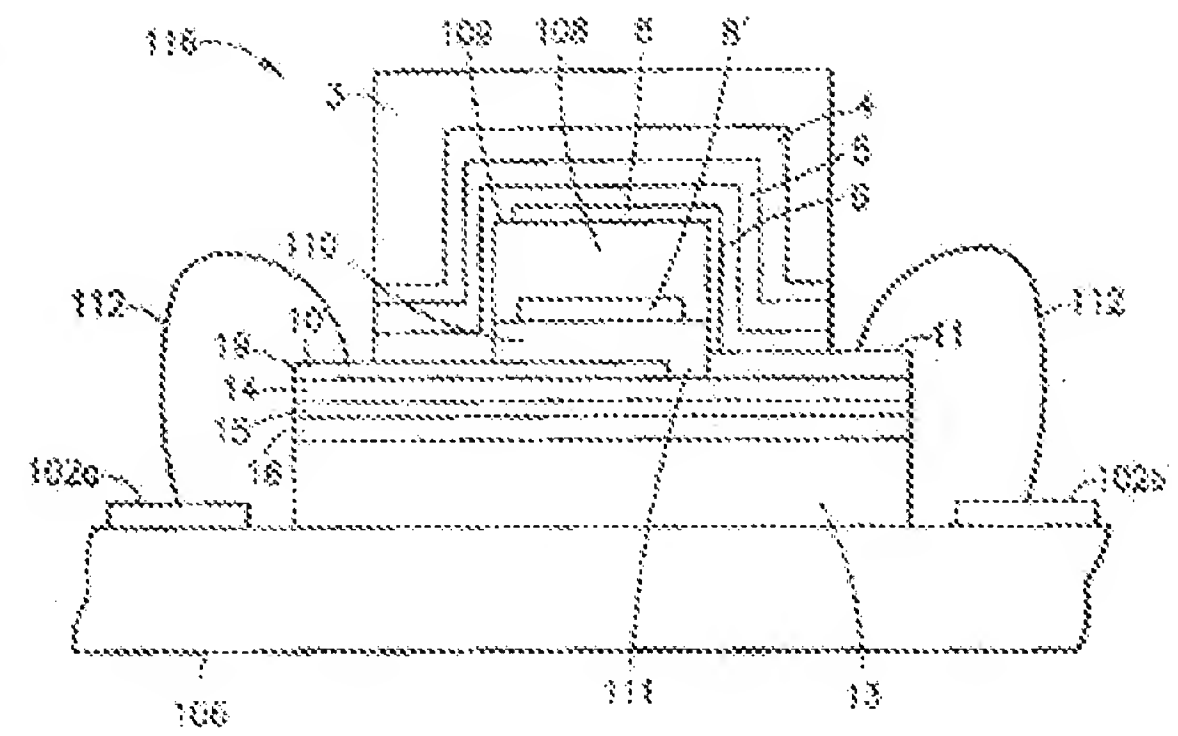
【図20】



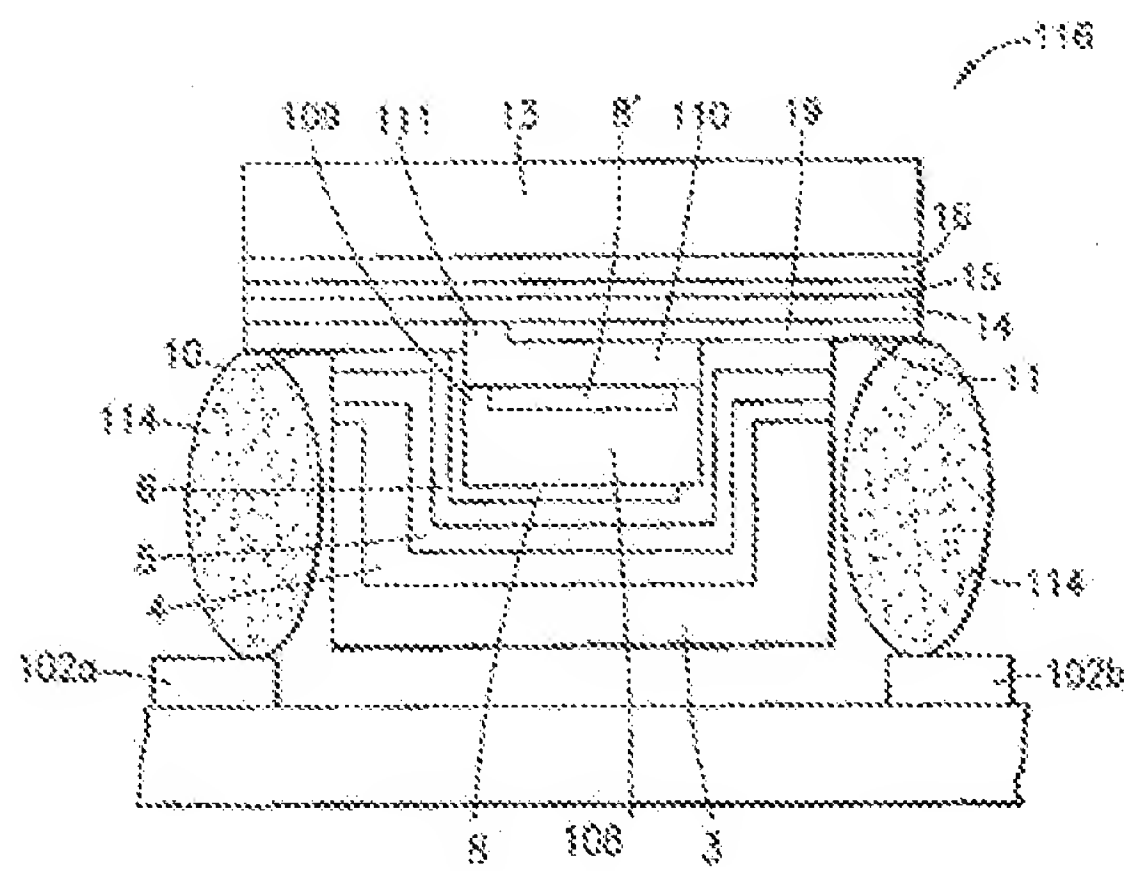
【図28】



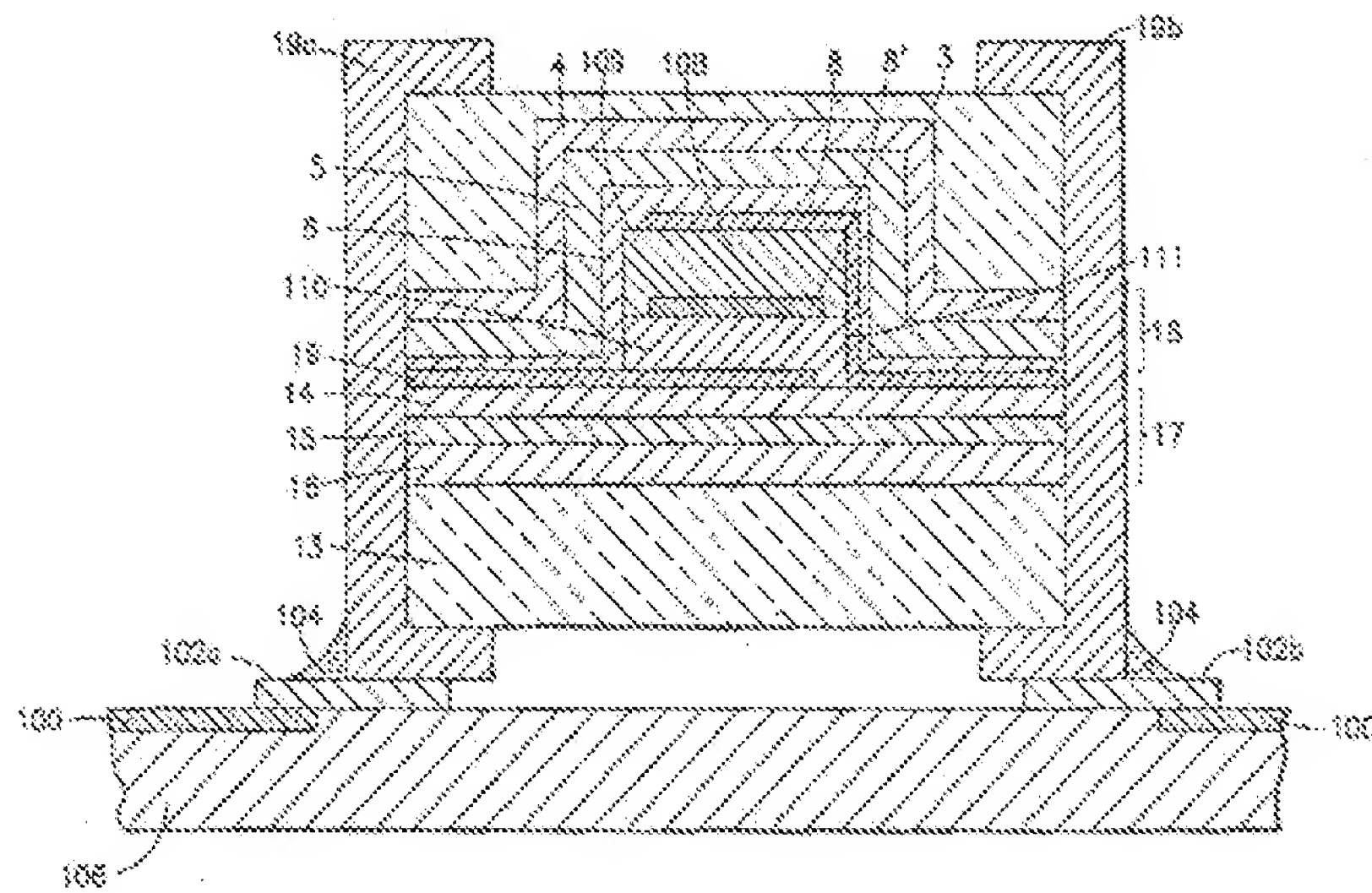
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁸
H04R 17/00

公開番号
330

FI
H04R 17/00 330Z

* NOTICES *

JPO and NCIPF are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The bulk mode acoustic wave (BAW) filter characterized by having the sound mirror arranged on at least one resonator structure arranged on a substrate, and this at least one resonator structure.

[Claim 2] Said sound mirror is a BAW filter according to claim 1 characterized by consisting of two or more layers.

[Claim 3] Each of two or more of said layers is a BAW filter according to claim 2 characterized by having thickness almost equal to quarter wavelength.

[Claim 4] Said sound mirror is a BAW filter according to claim 1 characterized by consisting of the upper layer containing the low ingredient of an acoustic impedance, the middle lamella containing the high ingredient of an acoustic impedance, and the lower layer containing the low ingredient of an acoustic impedance.

[Claim 5] It is the BAW filter according to claim 4 characterized by for said upper layer and lower layer consisting of one of silicon, polysilicon, aluminum, and polymer ingredients, and said middle lamella consisting of one of gold, molybdenum, and tungsten.

[Claim 6] The BAW filter according to claim 1 characterized by having further the protection passivation layer formed on said sound mirror.

[Claim 7] Said protection passivation layer is a BAW filter according to claim 6 characterized by consisting of one of epoxy, a GUNOPU top ingredient, and silicon dioxides, and having the thickness of at least 0.2 micrometers.

[Claim 8] It is the BAW filter according to claim 1 which said at least one resonator structure includes at least one electrode which has the part exposed in order to prepare a contact pad, and is characterized by being for said contact pad combining said at least one resonator structure with a wiring substrate through a junction wire.

[Claim 9] It is the BAW filter according to claim 1 which said at least one resonator structure includes at least one electrode which has the part exposed in order to prepare a contact pad, and is characterized by being for said contact pad combining said at least one resonator structure with a wiring substrate by the flip chip method.

[Claim 10] Said BAW filter has two or more resonator structures arranged on said substrate. Each of two or more of said resonator structures includes two or more electrodes, and said a part of 1st electrode of said 1st resonator structure is exposed in order to prepare the 1st contact pad. Said a part of 1st electrode of said 2nd resonator structure is exposed in order to prepare the 2nd contact pad. Said BAW filter has the 3rd contact pad further arranged on said substrate. It is exposed and said 3rd contact pad is electrically combined with said each 1st electrode of said 3rd and 4th resonator structures. The said 1st, 2nd, and 3rd contact pads are BAW filters according to claim 1 characterized by being for combining the said 1st, 2nd, and 3rd resonator structures with a wiring substrate, respectively.

[Claim 11] It is the BAW filter according to claim 10 which it has further the 4th contact pad arranged on said substrate, and said 4th contact pad is exposed, and is combined electrically [each] of said 1st electrode of said 3rd and 4th resonator structures, and is characterized by being for said 4th contact pad

combining said 3rd and 4th resonator structures with a wiring substrate.

[Claim 12] Said BAW filter has two or more resonator structures arranged on said substrate. Each of said resonator structure contains at least two electrodes, and said BAW filter has two or more contacts further arranged on the external surface of said BAW filter. It is the BAW filter according to claim 1 which at least two of said contacts are electrically combined with the electrode of at least two resonator structures in said resonator structure, respectively, and is characterized by being for said contact carrying out surface mounting of said BAW filter to a wiring substrate.

[Claim 13] Said sound mirror is a BAW filter according to claim 1 characterized by preventing substantially arriving at the location where the acoustic vibration generated by said at least one resonator structure crossed the top face of said sound mirror.

[Claim 14] Said sound mirror is a BAW filter according to claim 1 characterized by an environmental pollutant preventing contacting said at least one resonator structure.

[Claim 15] It is the BAW filter according to claim 1 characterized by for said sound mirror being the thing of the top of one pair of sound mirrors of said BAW filter, and forming the thing of the bottom of said one pair of sound mirrors between said at least one resonator structure and said substrates.

[Claim 16] Said at least one resonator structure is a BAW filter according to claim 1 characterized by including two or more accumulated resonators.

[Claim 17] Said BAW filter has two or more resonator structures arranged on said substrate. Each of two or more of said resonator structures includes two or more electrodes, and said BAW filter has two or more contacts further arranged on the external surface of said BAW filter. Said 1st electrode of said 1st resonator structure is electrically combined with said 1st contact. Said 1st electrode of said 2nd resonator structure is electrically combined with said 2nd contact. Said 1st electrode of said 3rd resonator structure is a BAW filter according to claim 1 characterized by being electrically combined with said 3rd contact and combining electrically said 1st electrode of said 4th resonator structure with said 3rd contact.

[Claim 18] It is the BAW filter according to claim 17 characterized by combining said 2nd electrode of said 1st resonator structure with said said 2nd and 2nd [of the 3rd resonator structure / each] electrodes, and combining said 2nd electrode of said 4th resonator structure with said 1st electrode of said 2nd resonator structure.

[Claim 19] Said 1st electrode of said 3rd and 4th resonator structures is a BAW filter according to claim 17 characterized by being electrically combined also with said 4th contact.

[Claim 20] a substrate and; -- the 1st sound mirror arranged on this substrate, and; -- at least one resonator structure arranged on [some] this 1st sound mirror, and; -- the bulk mold acoustic wave (BAW) filter characterized by having the 2nd sound mirror arranged on this at least one resonator structure.

[Claim 21] At least one side of said said 1st and 2nd sound mirrors is a BAW filter according to claim 20 characterized by consisting of the upper layer containing the low ingredient of an acoustic impedance, the middle lamella containing the high ingredient of an acoustic impedance, and the lower layer containing the low ingredient of an acoustic impedance.

[Claim 22] It is the BAW filter according to claim 21 characterized by for said upper layer and lower layer consisting of one of silicon, polish recon, aluminum, and polymer ingredients, and said middle lamella consisting of one of gold, molybdenum, and tungstens.

[Claim 23] The BAW filter according to claim 20 characterized by having further the protection passivation layer formed on said 2nd sound mirror.

[Claim 24] Said protection passivation layer is a BAW filter according to claim 23 characterized by consisting of one of epoxy, a GUOPPU top ingredient, and the silicon dioxides, and having the thickness of at least 0.2 micrometers.

[Claim 25] It is the BAW filter according to claim 20 which said at least one resonator structure includes at least one electrode which has the part exposed in order to prepare a contact pad, and is characterized by being for said contact pad combining said at least one resonator structure with a wiring substrate through a junction wire.

[Claim 26] It is the BAW filter according to claim 20 which said at least one resonator structure includes

at least one electrode which has the part exposed in order to prepare a contact pad, and is characterized by being for said contact pad combining said at least one resonator structure with a wiring substrate by the flip chip method.

[Claim 27] Said BAW filter has two or more resonator structures arranged on said substrate. Each of two or more of said resonator structures includes two or more electrodes, and said a part of 1st electrode of said 1st resonator structure is exposed in order to prepare the 1st contact pad. Said a part of 1st electrode of said 2nd resonator structure is exposed in order to prepare the 2nd contact pad. Said BAW filter has the 3rd contact pad further arranged on said substrate. It is exposed and said 3rd contact pad is electrically combined with said each 1st electrode of said 3rd and 4th resonator structures. The said 1st, 2nd, and 3rd contact pads are BAW filters according to claim 20 characterized by being for combining the said 1st, 2nd, and 3rd resonator structures with a wiring substrate, respectively.

[Claim 28] It is the BAW filter according to claim 27 which is combined electrically [said 4th contact pad / each] of said 1st electrode of said 3rd and 4th resonator structures by having further the exposed 4th contact pad which has been arranged on said substrate, and is characterized by being for said 4th contact pad combining said 3rd and 4th resonator structures with a wiring substrate.

[Claim 29] Said BAW filter has two or more resonator structures arranged on said substrate. Each of said resonator structure contains at least two electrodes, and said BAW filter has two or more contacts further arranged on the external surface of said BAW filter. At least two of said contacts are electrically combined with the electrode of at least two resonator structures in said resonator structure, respectively. Said contact is a BAW filter according to claim 20 characterized by being for carrying out surface mounting of said BAW filter to a wiring substrate.

[Claim 30] Said BAW filter has two or more resonator structures arranged on said substrate. Each of two or more of said resonator structures includes two or more electrodes, and said BAW filter has two or more contacts further arranged on the external surface of said BAW filter. Said 1st electrode of said 1st resonator structure is electrically combined with said 1st contact. Said 1st electrode of said 2nd resonator structure is electrically combined with said 2nd contact. Said 1st electrode of said 3rd resonator structure is a BAW filter according to claim 20 characterized by being electrically combined with said 3rd contact and combining electrically said 1st electrode of said 4th resonator structure with said 3rd contact.

[Claim 31] Said 1st electrode of said 3rd and 4th resonator structures is a BAW filter according to claim 30 characterized by being electrically combined also with said 4th contact.

[Claim 32] Said at least one resonator structure is a BAW filter according to claim 20 characterized by including two or more accumulated resonators and forming pile crystal filter structure.

[Claim 33] the step which forms the 1st sound mirror on substrate in the approach of manufacturing a BAW filter and attaching this BAW filter to the circuit board, and; -- the step which forms at least one resonator structure on this 1st sound mirror, and; -- the approach characterized by to have the step which forms the 2nd sound mirror on the considerable part of this at least one resonator structure at least.

[Claim 34] The step which forms said 2nd sound mirror is the approach according to claim 33 characterized by to include the step which forms the 3rd layer which forms the 2nd layer which forms the 1st layer containing the low ingredient of acoustic impedance said resonator and on [some] said 1st sound mirror, and contains the high ingredient of acoustic impedance on said 1st layer, and contains the low ingredient of acoustic impedance on said 2nd layer.

[Claim 35] It is the approach according to claim 34 characterized by for said low ingredient of an acoustic impedance containing one of silicon, polish recon, aluminum, and polymer ingredients, and said high ingredient of an acoustic impedance containing one of gold, molybdenum, and tungstens.

[Claim 36] The approach according to claim 33 characterized by having a ***** step for a protection passivation layer further on said 2nd sound mirror.

[Claim 37] The approach according to claim 33 characterized by performing the step which forms a contact pad on said 1st sound mirror between the step which forms said resonator structure, and the step which forms said 2nd sound mirror.

[Claim 38] The approach according to claim 33 characterized by including further the step which forms a contact on the external surface of said BAW filter.

[Claim 39] The step which forms said at least one resonator structure is an approach according to claim 33 characterized by performing by forming two or more adjacent resonators on said 1st sound mirror.

[Claim 40] The step which forms said at least one resonator structure is an approach according to claim 33 characterized by performing by forming the pile structure of a resonator in order to form pile Xtal structure.

[Claim 41] In the bulk mold acoustic wave (BAW) equipment which can carry out surface mounting : a substrate and; -- at least one BAW resonator structure and; -- between said substrate and said at least one BAW resonator the arranged 1st sound insulation machine and; -- the 2nd sound insulation machine arranged on said at least one BAW resonator, and; -- the equipment characterized by having two or more electrodes arranged on the external surface of said BAW equipment in order to carry out surface mounting of said equipment to a wiring substrate.

[Claim 42] Said resonator structure is BAW equipment according to claim 41 which is characterized by consisting of two or more accumulated resonators and which can carry out surface mounting.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPF are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a bulk mold acoustic wave (Bulk Acoustic Wave (BAW and brief sketch)) filter, and relates to the BAW filter which has a sound mirror especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Surface mounting technique (the technique which assembles an integrated circuit using Surface Mount Technology (SMT and brief sketch) is known.) In order to carry out this technique, various processes including spreading of the pewter cream to a substrate, arrangement of the circuit component to this substrate, soldering, and cleaning are needed. When performing these processes, it is often necessary in a pewter, a solvent, or an assembly process to protect a circuit component from the ingredient of the class of others which may pollute a circuit component.

[0003] It is small to a radio communication equipment, and since it is necessary to use the filter of high performance, a surface-acoustic-waves (Surface Acoustic Wave) filter (SAW) is used widely. It is usually necessary to protect the front face of the layer of an SAW filter from an external pollutant in the case during assembly of subsequent use as known by this contractor. The one well-known approach of protecting the front face of these layers at the time of assembly includes assembling a filter using flip chip assembly technique for example, in a seal environment. When this technique is performed, it turns out that it takes time amount.

[0004] It includes that another well-known approach which protects the layer front face of an SAW filter encloses an SAW filter with the ceramic package sealed. Thus, after enclosing, surface mounting of that SAW filter can be carried out to the circuit board. The cost of a package tends to increase the manufacturing cost as the whole to a regrettable thing remarkably, and this technique tends to become it with high cost.

[0005] The fault accompanying using a seal ceramic package and/or a seal environment is avoidable by using the high performance acoustic filter of other classes, i.e., a bulk mold acoustic wave (BAW) filter, for a happy thing. The BAW filter usually contains some BAW resonators. With a BAW filter, an acoustic wave is spread in the perpendicular direction to the layer front face of this filter. By contrast, the acoustic wave which spreads the inside of an SAW filter is spread in parallel with the layer front face of this filter. As the result, if it is this contractor, if the layer front face is polluted or the engine performance of an SAW filter is damaged with an external element, it is likely to get worse than the engine performance of the BAW filter polluted similarly, so that it may understand.

[0006] A BAW filter may be manufactured so that the BAW resonator of various well-known classes may be included. Those well-known kinds of BAW resonators consist of three radical headquarters. The 1st part of them is used in order to generate an acoustic wave, and it contains the piezo-electric layer of sound activity. This layer consists of a suitable piezoelectric material which can be manufactured as a thin film of a zinc oxide (ZnO), aluminium nitride (AlN), zinc sulfide (ZnS), or others. The 2nd part contains the electrode formed in both sides of said piezo-electric layer. The 3rd part of a BAW resonator includes the mechanism for insulating a substrate from vibration generated by the piezo-electric layer

acoustically. Usually, a BAW resonator is made by thin film technologies (for example, sputtering, chemical vacuum deposition, etc.) on the substrate of silicon, gallium arsenide, or glass. A BAW resonator shows the series resonance and parallel resonance similar to it of a crystal resonator. The resonance frequency of a BAW resonator is usually in the range of about 0.5 to 5GHz with the thickness of the layer of a device.

[0007] Although it will understand if it is this contractor, either at least has the thing of the layers which form a BAW filter exposed to air. If stain resistance or the harmful foreign matter contacts either of those layers, the engine performance of a BAW filter may fall. In order to avoid this problem, those layers use the package of anti-sealing performance, and are usually protected. Therefore, it is desirable to offer the new and cheap technique for protecting those front faces. Moreover, it is also desirable to manufacture a BAW filter so that the interface for reflecting an acoustic wave replaced with the layer and air interface of a BAW filter of a well-known class may be prepared.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the cheap approach for preventing this resonance layer being exposed to the matter which may pollute the resonance layer of a bulk mold acoustic wave (BAW) filter, or may do effect harmful to this resonance layer.

[0009] Other purposes of this invention are offering the protective layer which reflects this acoustic wave so that the acoustic wave generated out of the BAW filter may not spread more than it.

[0010] Other purposes of this invention are offering the BAW equipment which can carry out surface mounting.

[0011] Other purposes and advantages of this invention will become clear if a drawing and the following descriptions are considered.

[0012]

[Means for Solving the Problem] With the bulk mold acoustic wave (BAW) filter which has a crowning containing the sound mirror of the protection nature constituted according to this invention, the above-mentioned technical problem and other technical problems are solved, and the purpose of this invention is realized.

[0013] In the one example of this invention, a BAW filter has a substrate and the 1st sound mirror arranged on this substrate. In this example, on the front face of this 1st sound mirror, two or more resonators adjoin each other mutually, and are arranged. The 2nd sound mirror is arranged on two or more of those resonators, and a protection passivation layer is placed on this 2nd sound mirror.

[0014] The 2nd sound mirror consists of three layers, i.e., the upper layer, a middle lamella, and a lower layer. These layers have thickness almost equal to quarter wavelength respectively. The upper layer and a lower layer consist of preferably low matter of an acoustic impedance, such as silicon (Si), polish recon, aluminum (aluminum), or a polymer. A middle lamella consists of preferably high matter of an acoustic impedance, such as gold (Au), molybdenum (Mo), or a tungsten (W). A protection passivation layer may consist of a silicon dioxide (SiO₂), epoxy, a "GUROPPU top (glop top)" ingredient (for example, viscous fluid which is hardened after heating and which used epoxy as the base), or an ingredient of other suitable protection nature.

[0015] Two or more resonators are BAW resonators. Each of this resonator has the 2nd top electrode formed the piezo-electric layer located the 1st bottom electrode located on the 1st sound mirror **, this bottom electrode, and on [some] the 1st sound mirror, the various parts of this piezo-electric layer, and on [some] the 1st sound mirror. Some top electrodes of the 1st resonator are exposed in order to prepare a contact pad. Similarly, it is exposed in order for some top electrodes of the 2nd resonator to prepare the 2nd contact pad. In the one example of this invention, one or more touch-down pads are also prepared, and it is arranged on the 1st sound mirror. A touch-down pad is electrically combined with the top electrode of the 3rd resonator, and the bottom electrode of the 4th resonator. Also in this example of this invention, the bottom electrode of the 1st resonator is electrically combined with the bottom electrode of the 2nd resonator and the 3rd resonator, and the top electrode of the 4th resonator is combined with the top electrode of the 2nd resonator.

[0016] In other examples of this invention, the 2nd sound mirror covers completely the top face of the

top electrode of each BAW resonator, and the exposed contact pad is not prepared in a BAW filter. The BAW filter of this example includes the contact (namely, electrode) formed in the external surface of a BAW filter. In the desirable example of this invention, it is combined electrically [one contact] to the top electrode of the 1st resonator, and it is combined electrically [another contact] to the top electrode of the 2nd resonator, and another contact is electrically combined with the top electrode of the 3rd resonator, and the bottom electrode of the 4th resonator. In another example of this invention, an additional contact is established and it is also electrically combined with the top electrode of the 3rd resonator, and the bottom electrode of the 4th resonator. It makes it possible for this contact to make it possible to connect a BAW filter to an external circuit electrically, and to carry out surface mounting of the BAW filter to a wiring substrate further.

[0017] In another example of this invention, the BAW filter which has pile Xtal structure is prepared. This kind of filter is called a pile crystal filter (Stacked Crystal Filter (SCF and brief sketch)). This SCF includes a substrate, the sound mirror of the 1st bottom, the sound mirror of the 2nd top, and the same protection passivation layer as the above-mentioned thing. SCF has the 1st lower resonator and the resonator of the 2nd top. The resonator of the bottom is arranged on a lower sound mirror. An upper resonator is arranged on the 1st resonator, it carries out in this way, and the pile structure of a resonator is formed. The 1st lower resonator includes the piezo-electric layer, the bottom electrode, and the grand electrode. A piezo-electric layer is located between various parts of a grand electrode, and a bottom electrode. The 2nd upper resonator includes a grand electrode, a piezo-electric layer, and a top electrode. A piezo-electric layer is arranged between various parts of a grand electrode, and a top electrode. It has the same thickness as the ingredient as the above-mentioned thing with same piezo-electric layer and electrode.

[0018] In the one example of this invention, the 2nd sound mirror and a protection passivation layer do not cover the various parts of the electrode of SCF, but the part which those electrodes exposed offers a contact pad. In the another example of this invention, the 2nd sound mirror can cover those electrodes completely, a contact is prepared in the external surface of SCF structure, and thereby, it can combine with an external circuit or it can carry out surface mounting of SCF to a wiring substrate.

[0019] If the 2nd sound mirror is used within a BAW filter, some advantages will be acquired compared with the filter of the conventional technique. For example, the 2nd sound mirror of this invention reflects an acoustic wave so that the acoustic wave which the piezo-electric layer made may not spread to the top face of the 2nd sound mirror. Therefore, when a certain ingredient touches the protection passivation layer, the reflected acoustic wave does not reach the ingredient. Another advantage of using the 2nd sound mirror is that the 2nd sound mirror prevents a contamination from contacting the layer of a resonator. Furthermore, there is usually fairly less cost which manufactures the BAW resonator containing the 2nd sound mirror than the cost which uses the well-known technique of a half-seal package etc., in order to protect the layer of a resonator.

[0020] In other fields, this invention manufactures a BAW filter and offers the approach of attaching it on the circuit board, this approach -- the (A) substrate top -- the 1st lower sound mirror -- forming -- (B) -- the step which forms at least one resonator on the sound mirror of that bottom is included. The at least one resonator can include the pile resonator pair which forms the adjacent resonator or pile Xtal structure of the plurality arranged on the front face of a lower sound mirror. In order to prepare an input pad, an output pad, and a connection pad, a contact pad can also be formed from various parts of the electrode of a resonator. The following step (C) includes the process which forms a top sound mirror on at least one resonator. This top sound mirror is similar with the above-mentioned 2nd sound mirror.

[0021] The approach of this invention contains the step which patternizes the layer formed by the step (C) and (D), and makes the hole for a contact pad, when a protection passivation layer is further formed on the layer of the top of (D) top sound mirror and a contact pad is prepared. A protection passivation layer and a contact pad are the same as that of the above-mentioned thing. Then, the step (E) which attaches a filter to the circuit board using the selected technique is performed, the selected technique of grapple is the onboard attaching method (an on-board assembly technique) -- if it becomes -- a step (F1) -- and (F2) it performs. At a step (F1), a wafer is cut and it is made a chip. At a step (F2), this chip is

combined with the circuit of the circuit board with a junction wire.

[0022] the technique of grapple chosen at a step (E) is the flip chip method -- if it becomes -- a step (G1) -- and (G2) it performs. At a step (G1), a pewter bump (solder bumps) is formed on the contact pad of a filter, for example using the vacuum deposition (for example, evaporation) of a bump metal (a bump metal), or the electrochemical plating of a pewter. Next, a wafer is cut and it is made a chip. Then, this chip is combined with the contact as which the circuit board was chosen with a block (G2) using the flip chip method. the case where the technique of grapple chosen at a step (E) is a surface mounting method -- a step (H1) -- and (H2) it performs. At a step (H1), a wafer is cut, it is made a chip and a contact is formed on the external surface of a filter. Then, in a step (H2), this chip is combined with the contact pad with which the circuit board was chosen using a surface mounting method.

[0023] The above-mentioned description of this invention and the other descriptions are related with an accompanying drawing, and if detailed description of the following related with this invention is read, they will become still clearer.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Here, although the element to which the same reference mark which has appeared in different drawing was given is the same element, on specifications, it is not quoted about all drawings.

[0025] The sectional view (drawing seen from width) and plan of the BAW resonator 20 which have the film or the bridge structure 28 in drawing 1 and 2 are shown, respectively. The BAW resonator 20 consists of the piezo-electric layer 22, 1st protective layer 38b, 2nd protective layer 38a, the 1st electrode 24, the 2nd electrode 26, the film 28, etching windows 40a and 40b, an air gap 34, and a substrate 36. The piezo-electric layer 22 consists of the piezoelectric material which can be made as thin films, such as a zinc oxide (ZnO) or aluminium nitride (AlN). The film 28 consists of two layers 30, i.e., the upper layer, and a lower layer 32. The upper layer 30 consists of for example, polish recon (Polly si) or aluminium nitride (AlN), and a lower layer 32 consists of a silicon dioxide (SiO₂) or gallium arsenide (GaAs). A substrate 36 consists of ingredients, such as silicon (Si), SiO₂, GaAs, or glass. After letting etching windows 40a and 40b pass and giving a membranous layer to a substrate 36, some substrates 36 are etched and an air gap 34 is formed.

[0026] Reference of drawing 5 shows the BAW resonator 21. Although the BAW resonator 21 resembles what is shown in drawing 1, the sacrifice layer 39 is added. When a resonator 21 is made, before the film 28 is attached, the sacrifice layer 39 is attached on a substrate 36. After all the layers of a resonator are formed, in order to form an air gap 34, the sacrifice layer 39 is removed through etching windows 40a and 40b.

[0027] With both resonators 20 and 21, the piezo-electric layer 22 answers the electrical potential difference applied to electrodes 24 and 26, and vibrates. It is reflected from this interface and vibration which arrived at the interface of the film 28 and an air gap 34 returns to the film 28. Thus, an air gap 34 insulates vibration generated by the piezo-electric layer 22 from a substrate 36.

[0028] Another BAW resonator 23 is shown in drawing 6. Although this resonator 23 has the structure similar to the BAW resonator 21 of drawing 1, in that only one protective layer 38a is prepared and the film 28 and an air gap 34 are transposed to the sound mirror 70, it differs and this sound mirror insulates acoustically vibration generated by the piezo-electric layer 22 from a substrate 36.

[0029] The sound mirror 70 consists of odd layers (for example, 3-9 layers). The sound mirror 70 shown in drawing 6 consists of three layers, i.e., upper 70a, medium-rise 70b, and lower layer 70c. Each class 70a, 70b, and 70c has thickness almost equal to for example, quarter wavelength. Upper 70a and lower layer 70c consist of low ingredients of an acoustic impedance, such as silicon (Si), polish recon, aluminum (aluminum), or a polymer. Moreover, medium-rise 70b consists of high ingredients of an acoustic impedance, such as gold (Au), molybdenum (Mo), or a tungsten (W). The ratio of the acoustic impedance of continuous layers is fully so large that the impedance of a substrate may be changed into a low value. As the result, a substrate 36 can consist of various high acoustic-impedance ingredients and low acoustic-impedance ingredients (for example, Si, SiO₂, GaAs, glass, or a ceramic ingredient etc.).

[0030] If drawing 7 which shows the typical structure 71 which imitated the layer of a sound mirror is

considered, it is turned out how the ratio of the acoustic impedance of continuous layers can change the impedance of a substrate into a low value. Structure 71 is some groups L1, L2, and L3 of the high impedance transmission line which has an impedance showing the impedance of a sound mirror layer, and the low impedance transmission line. -- Ln-1 It contains. Each transmission line is the die length of quarter wavelength. group L1 of the transmission line And L3 low impedance -- having -- **** -- for example, lower layer 70c and upper 70a of the sound mirror 70 -- or -- the -- the upper layer and a lower layer are expressed conversely. Group L2 The transmission line has a high impedance, for example, expresses medium-rise 70b of the sound mirror 70. Load impedance Z2 showing the impedance of a substrate 36 It is shown. Group Ln-1 And Ln It is shown in drawing 7 and the layer in case four or more layers are contained in the sound mirror 70 is expressed. A sign "n" expresses even number. The ratio of the acoustic impedance of the group (for example, continuous layer) of the adjacent transmission line is load impedance Z2. The minimum impedance Z1 showing the impedance in the interface of an electrode 24 and upper 70a of the sound mirror 70 It has sufficient magnitude to change. However, when the ratio is small, it is load impedance Z2. An additional layer is required in order to change into the minimum impedance.

[0031] The equipment 23 of drawing 6 is referred to once again. When the piezo-electric layer 22 vibrates, the vibration is substantially insulated from a substrate 36 by the interface of an electrode 24 and upper 70a.

[0032] Although it is desirable that the number is odd as for the number of the layers which constitute the sound mirror 70, it should care about that even layers may be prepared depending on the case. For example, between a substrate 36 and lower layer 70c, while an electrode 24 and upper 70a, one or more adhesive layers can be prepared in order to paste up these layers of each other. The adhesive layer can be formed at the suitable charge of a binder of arbitration. Although it will understand if it is this contractor, it depends for the adhesives used for this equipment on various elements, such as an environmental condition (for example, temperature) when forming the class and the piezo-electric layer 22 of the adhesion process used for accumulating in order to make the thickness of the layer surrounding the layer of those adhesives, the class of ingredient contained in that layer to surround, and its layer to surround.

[0033] The cross section of the BAW resonator 80 of other classes is shown in drawing 3. The resonator 80 consists of the piezo-electric layer 82, the top electrode 84, the bottom electrode 86, the film 88, and the substrate 90 that has a veer 92. A resonator 80 and a resonator 20 mean that the acoustic vibration to which the piezo-electric layers 22 and 82 of each equipment generated both is reflected according to an air interface, and function similarly. The primary difference of these resonators 20 and 80 is an approach used in order to make each air interface. For example, in a resonator 80, after all the layers 84, 86, 82, and 88 are formed, some substrates are removed from under a substrate 90 by etching, and a veer 92 is formed.

[0034] drawing 4 -- others -- a class -- a resonator -- 80 -- ' -- being shown -- **** -- this -- a resonator -- the upper layer -- 84 -- ' -- piezo-electricity -- a layer -- 82 -- ' -- the bottom -- an electrode -- 86 -- ' -- a veer -- 92 -- ' -- and -- the film -- 88 -- ' -- containing -- a substrate -- 90 -- ' -- from -- changing -- ****. Film 88' is formed by removing some ingredients of substrate 90' from the bottom. Resonator 80' functions as the resonator 80 of drawing 3 similarly.

[0035] At least the part of the layers which form the above-mentioned resonator may be exposed to air.

[0036] This invention developed the new and cheap technique for protecting the front face of the layer of a BAW filter. The big cost accompanying the technique to which the current use of the front face of the layer of the resonator to expose being polluted, or getting damaged can be carried out for preventing being used for the technique is avoided. It is possible to manufacture a BAW filter so that the interface which is replaced with the air interface of the BAW resonator of a well-known class by the technique of this invention and in which an acoustic wave is reflected may be prepared.

[0037] It can be understood that one example of this invention sees drawing 8 R> 8 which shows the side face of the cross section of drawing 9 which shows the top face of the bulk mold acoustic wave (BAW) filter constituted according to this invention, and the filter 1 drawn along with the line 8-8 of

drawing 9. If introduction drawing 8 is referred to, the BAW filter 1 consists of a substrate 13, the 1st sound mirror 17 located on a substrate 13, the 1st resonator 7, and the 2nd resonator 12. The 1st resonator 7 and the 2nd resonator 12 are located on the 1st sound mirror 17. The 2nd sound mirror 18 is arranged on the 1st and 2nd resonators 7 and 12. Moreover, although not shown in drawing 8 and drawing 9, the 2nd sound mirror 18 can also be arranged on [some] the 1st sound mirror 17. The protection passivation layer 3 is arranged on the 2nd sound mirror 18.

[0038] the 1st lower sound mirror 17 -- three layers 14, i.e., the upper layer, and a middle lamella -- it consists of 15 and a lower layer 16. Each class 14, 15, and 16 has thickness almost equal to the quarter wavelength in the resonance frequency of the BAW filter 1. The upper layer 14 and a lower layer 16 consist of low ingredients of an acoustic impedance, such as silicon (Si), polish recon, aluminum (aluminum), or a polymer. moreover, a middle lamella -- 15 consists of high ingredients of an acoustic impedance, such as gold (Au), molybdenum (Mo), or a tungsten (W). therefore, a middle lamella -- the acoustic impedance of 15 is larger than the acoustic impedance of the upper layer 14. the same -- a middle lamella -- the acoustic impedance of 15 is larger than the acoustic impedance of a lower layer 16.

[0039] Preferably, the ratio to it of a layer 14 of the acoustic impedance of a layer 15 and the ratio to it of a layer 16 of the acoustic impedance of a layer 15 are fully so large that the impedance of a substrate 13 makes it possible to be changed into a low value. However, when it is the ingredient which is made smaller than the ratio which needs the ingredient used to form these layers 14, 15, and 16, for example to change the impedance of a substrate 13 into the low value of a request of those ratios, in order to change this impedance into a desired low value, an additional layer can be prepared into the 1st sound mirror 17. In order to paste up the bottom electrode 19 on the upper layer 14 firmly and to paste up/or a lower layer 16 on a substrate 13 firmly in practice if required although it is desirable that odd layers are contained in the 1st sound mirror 17, one or more adhesives layers may be prepared. As mentioned above, depending on various elements, such as an environmental condition (for example, temperature) when attaching the class and the piezo-electric layer 22 of the adhesion process used for accumulating in order to, make the thickness of the layer surrounding the layer of the adhesives, the class of ingredient contained in the layer to surround, and its layer to surround for example, an adhesives layer can include the suitable optional charge of a binder. However, since it is firmly pasted up mutually after adhering to the layer of a resonator, it is not necessary to prepare an adhesives layer.

[0040] When at least one side of the resonators 7 and 12 is vibrated, the vibration is substantially insulated from a substrate 13 by the 1st sound mirror 17. Since this appearance insulates and vibration does not need to etch a substrate 13 at the time of manufacture of the BAW filter 1, a substrate 13 can consist of various ingredients with a low impedance of Si, SiO₂, GaAs, glass, or a ceramic ingredient, for example. However, since impedance conversion is performed through the layers 14, 15, and 16 of the 1st sound mirror 17, a substrate 13 can also consist of high impedance ingredients.

[0041] this example of this invention -- the sound mirror 18 of the 2nd top or crowning -- three layers 4, i.e., the upper layer, and a middle lamella -- it consists of 5 and a lower layer 6. These layers have thickness almost equal to quarter wavelength respectively. The upper layer 4 and a lower layer 6 consist of low ingredients of an acoustic impedance, such as silicon (Si), polish recon, aluminum (aluminum), or a polymer. moreover, a middle lamella -- 5 consists of high ingredients of an acoustic impedance, such as gold (Au), molybdenum (Mo), or a tungsten (W). The protection passivation layer 3 which protects the crowning of the BAW filter 1 has 0.2 micrometers or the thickness beyond it. A protection passivation layer may consist of for example, epoxy, SiO₂ and a "GUROPPU top (glop top)" ingredient (for example, viscous fluid which is hardened after heating and which used epoxy as the base), or an ingredient of other suitable protection nature. It is only instantiation that three layers are used by the 2nd sound mirror 18, and as mentioned above, it can also use many odd layers more. Moreover, in order to paste up a lower layer 6 on the top face of resonators 7 and 12 firmly, and in order to paste up/or the upper layer 4 on the protection passivation layer 3 firmly, one or more adhesives layers may be prepared if needed.

[0042] The 1st and 2nd resonators 7 and 12 are BAW resonators. Each part of the bottom electrode 19

with which these resonators 7 and 12 are respectively located on the (1) 1st sound mirror 17, (2) The top electrode 8 formed on the piezo-electric layer 9 located on each part of the bottom electrode 19 and each part of the 1st sound mirror 17, the part of (3) piezo-electricity layers 9, and each part of the 1st sound mirror 17 is included. If some top electrodes 8 of the 1st resonator 7 are covered with the 2nd sound mirror 18, it is not broken, and it is not covered with the protection passivation layer 3, and it is exposed in order to form the 1st contact pad 10. Similarly, if some top electrodes 8 of the 2nd resonator 12 are covered with the 2nd sound mirror 18, it is not broken, and it is not covered with the protection passivation layer 3, and it is exposed in order to form the 2nd contact pad 11. Moreover, if drawing 9 is referred to, another part of this top electrode 8 of a resonator 12 will form the top electrode of resonator 12' mentioned later.

[0043] The contact pad 10 of the BAW filter 1 offers the input and output of a filter 1, respectively. With the contact pads 10 and 11, the BAW filter 1 can be electrically combined with an external circuit using a wire, a soldered joint, or the other suitable technique. For example, if drawing 11 is referred to, the contact pads 10 and 11 can be combined with each contact pad 102a and 102b of the circuit board 106 through the junction wire 112. Moreover, for example, if drawing 24 is referred to, the contact pads 10 and 11 can be combined with the contact pads 102a and 102b of the circuit board 106 through the pewter bump 114 by the flip chip method.

[0044] If drawing 9 is referred to, the filter 1 also contains 3rd resonator 7' and 4th resonator 12' besides the 1st and 2nd resonators 7 and 12. The 3rd and 4th resonator 7' and 12' consist of the same components as resonators 7 and 12. The grand contact pad (G) is shown in drawing 9. It connects with the top electrode 8 of 3rd resonator 7', and the grand contact pad (G) is not covered with the 2nd sound mirror 18 by the protection passivation layer 3, either. The grand contact pad (G) is combined with some bottom electrodes 19 of 4th resonator 12'. A filter 1 has the gestalt of a ladder so that drawing 9 may show. The schematic drawing of a filter 1 is shown in drawing 11.

[0045] The filter 1 may have other gestalten. For example, drawing 10 is the plan showing the cross section of filter 1a constituted according to other examples of this invention. filter 1a is constituted from the same component as the filter 1 shown in drawing 9 by this example of this invention -- also although kicked, it differs instead of the single grand contact pad (G) at two grand contact pads (G1) and (G2) the point established. It is not covered with a grand contact pad (G1) and (G2) the 2nd sound mirror 18 by the protection passivation layer 3, either. It is combined with both grand contact pads (G1) and (G2) the top electrode 8 of resonator 7', and the bottom electrode 19 of resonator 12'. The schematic drawing of filter 1a is shown in drawing 12.

[0046] Drawing 13 and drawing 14 show each of the BAW filter 2 constituted according to another example of this invention, the side elevation of the cross section, and the plan of the cross section. Drawing 13 and the BAW filter 2 of drawing 14 consist of the same layer as drawing 8 and the BAW filter 1 of drawing 9. However, in this example of this invention, the part of the electrode in which drawing 8, the contact pads 10 and 11 of drawing 9, and (G) were formed is completely covered with the 2nd sound mirror 18 (not shown [this] about resonator 7' and 12'). Therefore, the exposed contact pads 10 and 11 and (G) are not prepared. However, the BAW filter 2 includes the contacts (namely, electrode) 19a, 19b, and 19c arranged on the external surface of the BAW filter 2.

[0047] Drawing 16 is the perspective view of the BAW filter 2, and the upper sound mirror 18 and an upper protective layer 3 are removed from the field of the filter 2 containing resonator 7' and 12' (only the piezo-electric layer 9, the top electrode 8, and the bottom electrode 19 of resonator 7' and 12' are shown in drawing 16). Contacts 19a and 19b are arranged on the external surface on which the BAW filter 2 counters, and contact 19c is arranged on other external surface of the BAW filter 2. Contacts 19a and 19b adjoin the protection passivation layer 3, the 1st and the 2nd sound mirror 17 and 18, each part of a substrate 13, and some of one electrodes 8 of resonators 7 and 12. Contact 19a is electrically combined with the top electrode 8 of the 1st resonator 7, and contact 19b is electrically combined with the top electrode 8 of the 2nd resonator 12.

[0048] Contact 19c adjoins the protection passivation layer 3, the 1st, the 2nd sound mirror 17 and 18, and each part of a substrate 13, and is electrically combined with the top electrode 8 of 3rd resonator 7',

and the bottom electrode 19 of 4th resonator 12'. Each contacts 19a, 19b, and 19c consist of conductive ingredients, such as gold (Au). The BAW filter 2 can be electrically combined with an external circuit by Contacts 19a, 19b, and 19c.

[0049] Since Contacts 19a, 19b, and 19c are arranged and the BAW filter 2 can be attached in the circuit board by the surface mounting method, circuit assembly can be simplified. For example, if drawing 18, drawing 21, and drawing 22 are referred to (drawing 21 and drawing 22 express the cross section of the BAW filter 2), surface mounting of the BAW filter 2 can be carried out to the circuit board 106 by soldering Contacts 19a, 19b, and 19c to each contact pad 102a, 102b, and 102c of the circuit board 106. Thereby, Contacts 19a, 19b, and 19c can be electrically combined with the wiring 100 of the circuit board. It also turns out that Contacts 19a, 19b, and 19c are useful to insulating [which may encounter in the time of assembly and the case of subsequent use] the BAW filter 2, for example from environmental pollutants, such as a pewter 104 or a solvent, partially at least further.

[0050] The BAW filter 2 can also have other gestalten. Drawing 15 is drawing which looked at the cross section of BAW filter 2a constituted according to another example of this invention from the top.

Drawing which looked at the cross section of BAW filter 2a drawn along with the line 13-13 of drawing 15 from width is shown in drawing 13. BAW filter 2a is formed from drawing 8 and the same layer as BAW filter 1a of drawing 10. the contact pads 10 and 11 which drawing 8 and the contact pads 10 and 11 of drawing 10, (G1), and (G2) the formed part of an electrode are completely covered with the 2nd sound mirror 18 (not shown [this] about resonator 7' and 12'), and were exposed in this example of this invention and (G1) -- and (G2) it is not prepared. [however,]

[0051] Drawing 17 is the perspective view of BAW filter 2a, and the upper sound mirror 18 and an upper protective layer 3 are removed from the field of filter 2a containing resonator 7' and 12'. BAW filter 2a includes the same contacts 19a and 19b as the above-mentioned thing, and also includes Contacts 19d and 19e further. Contacts 19a and 19b are arranged on the external surface where filter 2a counters, and Contacts 19d and 19e are also arranged on the external surface where filter 2a counters. Contacts 19a, 19b, 19d, and 19e consist of conductive ingredients, such as gold (Au). Contact 19a is electrically combined with the top electrode 8 of the 1st resonator 7, and contact 19b is electrically combined with the top electrode 8 of the 2nd resonator 12. Moreover, Contacts 19d and 19e are respectively combined with the top electrode 8 of 3rd resonator 7', and the bottom electrode 19 of 4th resonator 12' electrically. The BAW filter 2 can be electrically combined with an external circuit by Contacts 19a, 19b, 19d, and 19e.

[0052] Since Contacts 19a, 19b, 19d, and 19e are arranged, it turns out that BAW filter 2a can be attached in the circuit board by the surface mounting method, and it can simplify like the erector of a circuit now. For example, if drawing 19, drawing 21, and drawing 22 are referred to (drawing 21 and drawing 22 express the cross section of BAW filter 2a), surface mounting of the BAW filter 2a can be carried out to the circuit board 106 by soldering Contacts 19a, 19b, 19d, and 19e to each contact pad 102a, 102b, 102d, and 102e of the circuit board 106. Thereby, Contacts 19a, 19b, 19d, and 19e can be electrically combined with the wiring 100 of the circuit board. It also turns out that Contacts 19a, 19b, 19d, and 19e are useful to insulating [which may encounter in the time of assembly and the case of subsequent use] BAW filter 2a, for example from environmental pollutants, such as a pewter 104 or a solvent, partially at least further.

[0053] Drawing 25 - drawing 27 is drawing showing the BAW filter 116 which has, another example, i.e., the pile filter structure, of this invention. A filter 116 is also called a "pile crystal filter" (SCF and brief sketch). SCF is 2 partial equipment and shows only series resonance. SCF116 contains the substrate 13, the sound mirror 17 of the 1st bottom, the sound mirror 18 of the 2nd top, and the protection passivation layer 3, and these of it are the same as that of the above-mentioned thing. SCF116 also has the 1st lower resonator 111 and the resonator 109 of the 2nd top. The bottom electrode 111 is arranged on the lower sound mirror 17. The top electrode 109 is arranged on the 1st resonator 111, it carries out in this way, and the pile structure of a resonator is formed.

[0054] The 1st lower resonator 111 contains the piezo-electric layer 110, the bottom electrode 19, and grand electrode 8'. The piezo-electric layer 110 is located between some parts of grand electrode 8', and

an electrode 19. The 2nd upper resonator 109 contains grand electrode 8', the piezo-electric layer 108, and the top electrode 8. The piezo-electric layer 108 is arranged between some parts of grand electrode 8', and the top electrode 8. The piezo-electric layers 108 and 110 and an electrode 8, 8', and 19 consist of the same ingredient as the above-mentioned thing, and can have the same thickness as the above-mentioned thing.

[0055] The 2nd sound mirror 18 has covered resonator pile structure and some parts of the 1st sound mirror. Even if based on the 2nd sound mirror 18, a part of grand electrode 8' is not covered with the protection passivation layer 3, and as shown in drawing 25, 25', it is exposed in order to prepare grand contact pad 8". Similarly, even if it twists some of top electrodes 8 and bottom electrodes 19 to the 2nd sound mirror 18, it is not covered with the protection passivation layer 3, and it is exposed in order to form the 1st and 2nd contact pads 10 and 11, respectively, so that drawing 27 R> 7 may show. SCF116 can be electrically combined with an external circuit by contact pad 8", and 10 and 11 using wire junction, a soldered joint, or the other suitable technique. For example, if drawing 29 is referred to, the contact pads 10 and 11 can be combined with each contact pad 102a and 102b of the circuit board 106 through the junction wire 112. Moreover, for example, if drawing 30 is referred to, the contact pads 10 and 11 can be combined with the contact pads 102a and 102b of the circuit board 106 through the pewter bump 114 using the flip chip method. Although not shown in drawing 29 and drawing 30, contact pad 8" of SCF116 can also be combined with the circuit board 106 using such technique.

[0056] Drawing 28 shows the cross section of SCF118 constituted according to another example of this invention. SCF118 has the same structure as SCF116 of drawing 25- drawing 27. However, in this example of this invention, the contact pad 10 of SCF116, 8" and the electrode 8 in which 11 was formed, 8', and the part of 19 are completely covered with the 2nd sound mirror 18. Therefore, the exposed contact pad 10, 8", and 11 are not prepared. However, SCF118 includes the contacts 19a and 19b (namely, electrode) arranged on the external surface where SCF118 counters. Each contacts 19a and 19b adjoin each part of electrodes 8 and 19 while adjoining the protection passivation layer 3, the 1st and the 2nd sound mirror 17 and 18, and each part of a substrate 13. Each contacts 19a and 19b consist of gold (Au). Contact 19a is electrically combined with the bottom electrode 19, and contact 19b is electrically combined with the top electrode 8. By Contacts 19a and 19b, SCF118 can be electrically combined with an external circuit. For example, if drawing 31 is referred to, surface mounting of SCF can be carried out to the circuit board 106 by Contacts 19a and 19b. This surface mounting is realizable by soldering Contacts 19a and 19b to each contact pad 102a and 102 of the circuit board 106, and combining Contacts 19a and 19b with the wiring 100 of the circuit board electrically by this. Moreover, it also turns out that Contacts 19a and 19b are useful to insulating [which may encounter in the time of assembly, and the case of subsequent use] SCF118, for example from environmental pollutants, such as a pewter 104 or a solvent, partially at least further.

[0057] although it explains and excels above about some examples of this invention -- the above-mentioned BAW filters 1, 1a, 2, and 2 -- a and SCF 116 and 118 must be noticed about that you may have a large number, or a small number of piezo-electric layer and electrode from an above-mentioned piezo-electric layer and an above-mentioned electrode depending on the engine performance of a filter required for concrete application. Moreover, the 1st of these equipments and the 2nd sound mirror 17 and 18 may consist of the four or more-layer layer respectively. For example, as long as all layers are arranged so that a continuous layer may have a high impedance and low impedance by turns, the 1st and 2nd sound mirrors 17 and 18 can have two-layer [additional], four layers, six layers, or much more layers respectively. Moreover, in order to paste up firmly the upper sound mirror 17 and the lower sound mirror 18 on each part of filter structure, an adhesives layer may be prepared as long as it is required. It is not what meant that the above-mentioned BAW filters 1 and 1a and the gestalt of 2 and 2a limited the range of this invention, and must be further cautious of the ability of other gestalten to also be established. For example, the BAW filters 1 and 1a, and 2 and 2a can include a large number, or a small number of resonator, a contact pad and/or an external contact from a resonator, an above-mentioned contact pad, and/or an above-mentioned external contact.

[0058] If the 2nd sound mirror (namely, on) is used, some advantages will be acquired compared with

the equipment which includes only one sound mirror as shown, for example in drawing 6. The following descriptions show one advantage of adopting the 2nd sound mirror.

[0059] for example, -- BAW -- a filter -- one -- one -- a -- two -- and -- two -- a -- a resonator -- seven -- 12 -- seven -- ' -- and -- 12 -- ' -- some -- one -- a ** -- a top -- an electrode -- eight -- the bottom -- an electrode -- 19 -- an electrical potential difference -- applying -- if -- an intermediary -- a place -- these -- an electrode -- eight -- and -- 19 -- between -- being generated -- piezo-electricity -- a layer -- nine -- vibrating -- making. Similarly, if an electrical potential difference is applied to any one electrodes 8 and 19 of SCF 116 and 118, between each of these resonators 8 and 19, and grand electrode 8', electric field will be generated and the piezo-electric layers 108 and 110 will be vibrated. An acoustic wave spreads in the direction which goes to the 1st lower sound mirror 17 of each filter as the result from each piezo-electric layer which is vibrating within these filters. It originates in the impedance of the layers 14, 15, and 16 of the 1st sound mirror 17 at least partially, and the 1st sound mirror 17 reflects a part of those acoustic vibration [at least] in the direction which does not face to a substrate 13. As the result, the part by which it was reflected of the acoustic waves does not reach a substrate 13. Thus, the 1st sound mirror 17 insulates vibration generated by each filter 1 and 1a, 2, 2a, and the piezo-electric layer that is vibrating in 116 and 11 from a substrate 13.

[0060] From each piezo-electric layer which is vibrating, an acoustic wave spreads also in the direction which goes to the 2nd sound mirror 18. The 2nd sound mirror 18 functions as the 1st sound mirror 17 similarly. If it states concretely, it originates in the impedance of the layers 4, 5, and 6 which form the 2nd sound mirror 18 at least partially. The 2nd sound mirror 18 When acoustic vibration is reflected in the direction which does not go to the protection passivation layer 3 and the BAW filter 2, BAW filter 2a, or SCF118 is used, acoustic vibration is reflected in the direction which does not tend toward an external contact (for example, 19a and 19b). As the result, the reflected acoustic wave does not reach those parts of each equipment, therefore does not arrive at the interface of the 2nd sound mirror 18 and the protection passivation layer 3. Moreover, SCF118 of drawing 28 also prevents that the 2nd sound mirror 18 arrives at the interface between the parts of the contact (for example, contacts 19a and 19b) to which the reflected acoustic wave is located in the 2nd sound mirror 18 and the upper part of each equipment in the BAW filters 2 and 2a and a list. For example, when a certain ingredient is placed on Equipments 1 and 1a, 2, 2a, and the protection passivation layer 3 of either 116 and 118 and it is in contact with the protection passivation layer 3, the part by which it was reflected of the acoustic waves does not reach the ingredient. Thus, the 2nd sound mirror 18 insulates this ingredient from the acoustic wave generated by the piezo-electric layer.

[0061] the -- two -- sound -- a mirror -- 18 -- adopting -- things -- the -- two -- an advantage -- the -- two -- sound -- a mirror -- 18 -- BAW -- a filter -- one -- one -- a -- two -- and -- two -- a -- a resonator -- seven -- 12 -- seven -- ' -- and -- 12 -- ' -- almost -- all -- SCF -- 116 -- and -- 118 -- a resonator -- 109 -- and -- 111 -- almost -- all -- covering -- therefore -- a solvent -- etc. -- these -- equipment -- contacting -- polluting -- ***** -- damaging -- a thing -- preventing -- things -- it is. Since the 2nd sound mirror 18 protects these layers to this appearance, it is not necessary to prepare the safeguard of other forms, such as for example, a half-seal package, for these layers. Therefore, the cost accompanying the safeguard of such other forms is unnecessary, and the total manufacturing cost of equipment becomes fairly few. Furthermore, since the protection package for this invention adopting a BAW filter instead of a SAW resonator filter, and protecting the BAW filter is unnecessary, the process with the need of generally [when an SAW filter is used] performing which connects those filters to the pin of a package through a junction wire is unnecessary. As the result, the BAW filter of this invention may show a parasitism component (for example, parasitism capacitance) smaller than the filter (for example, SAW filter) which needs a protection package. Furthermore, since the package for protecting SCF 116 and 118 in BAW filter [of this invention] 1 and 1a, 2, and 2a list is unnecessary, the size as each whole equipment of those may become smaller than each filter with a half-seal package.

[0062] Other advantages which the various examples of this invention offer are not at the SAW filter which needs the half-seal package of a certain form for protection, but are that the 2nd sound mirror is adopted as a BAW filter. For example, since an acoustic wave will be spread in the direction parallel to

the front face of the layer of this filter in an SAW filter supposing a sound mirror or a reflector is adopted as SAW equipment, that sound mirror includes the metallization pattern between fingers (inter-digital metallization patterns). If such a metallization pattern between fingers exists in a regrettable thing, the seal package for protection must be used for the SAW equipment.

[0063] This invention offers the approach of manufacturing a BAW filter and attaching this filter to the circuit board in other fields. If the logic flowchart of drawing 19 is referred to, the approach contains the step (A) which forms the 1st lower sound mirror on a substrate. The following step (B) contains the step which forms at least one resonator on a bottom sound mirror. The at least one resonator can contain the same BAW resonator of one piece or some as the above-mentioned thing. For example, the top face of a bottom sound mirror can be made to be able to adjoin mutually, and two or more resonators can be formed in it. Moreover, for example, the pile structure of a resonator can be formed and accumulated on the top face of a bottom sound mirror, and the Xtal structure can be made. In order to prepare an input pad, an output pad, and a touch-down pad, a contact pad can also be formed from various parts of the electrode of a resonator.

[0064] As a following step (C), the 2nd upper sound mirror is formed on the considerable part of at least one above-mentioned resonator. A besides side sound mirror may be formed on other parts containing a part of this filter, for example, bottom sound mirror. A step (C) contains the step which forms the 1st lower layer on [some] this bottom sound mirror the above-mentioned at least one resonator top, forms the 2nd middle layer on this lower layer, and forms the 3rd upper layer on this interlayer. This lower layer, a middle lamella, and the upper layer form the same top sound mirror as the above-mentioned thing. For example, a lower layer and the upper layer contain low ingredients of an acoustic impedance, such as silicon, polish recon, aluminum, or a polymer ingredient. Moreover, for example, a middle lamella contains high ingredients of an acoustic impedance, such as gold, molybdenum, or a tungsten.

[0065] This approach contains the step which patternizes the layer formed by the step (C) and (D), in order to form a protection passivation layer on the upper layer of a top sound mirror at a step (D) further, and to form the hole for that contact pad, when a contact pad is prepared. A protection passivation layer and a contact pad are the same as that of the above-mentioned thing. A top sound mirror prevents that the foreign ingredient which may damage at least one above-mentioned resonator contacts this resonator. It turns out that two or more BAW filters can be made on a wafer according to these steps.

[0066] Then, a filter is attached to the circuit board by the attaching method chosen with a block (E). the attaching method chosen with a block (E) is the onboard attaching method -- if it becomes -- a step (F1) -- and (F2) it performs. At a step (F1), a wafer is cut and it is made a chip. At a step (F2), the chip is combined with the circuit of the circuit board with a junction wire.

[0067] the attaching method chosen with a block (E) is the flip chip method -- if it becomes -- a step (G1) -- and (G2) it performs. At a step (G1), a pewter bump is formed on the contact pad of a filter by the vacuum deposition (for example, evaporation) of a bump metal, or electrochemistry plating of a pewter, for example. Next, a wafer is cut and it is made a chip. Then, those chips are combined with the contact as which the circuit board was chosen at the step (G2) by the flip chip method.

[0068] the case where the attaching method chosen with a block (E) is a surface mounting method -- a step (H1) -- and (H2) it performs. At a step (H1), a wafer is cut, it is made a chip and a contact is formed on various parts of a filter. Those contacts can form this contact with the silver dipping process are the same as that of the above-mentioned contact (for example, contacts 19a and 19b), for example, same as the approach used in order to form the terminal of an ordinary surface mounting individual component. Then, this chip is combined with the contact pad as which the circuit board was chosen by the surface mounting method at a step (H2). As already explained, a top sound mirror prevents that the foreign ingredient which may damage at least one above-mentioned resonator contacts this resonator.

[0069] Although explained by illustrating this invention concretely about the desirable example, this contractor will understand that the form and details can be changed, without deviating from the range of this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO, and NCIPF are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The cross section of the typical bulk acoustic wave (BAW) resonator which includes the film and an air gap is shown.

[Drawing 2] It is the plan of the BAW resonator of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the cross-sectional view of the typical BAW resonator which includes the substrate which has a veer.

[Drawing 4] It is the cross-sectional view of the typical BAW resonator which has the veer and film which were formed in some substrates.

[Drawing 5] It is the cross-sectional view of the typical BAW resonator containing a sacrifice layer.

[Drawing 6] It is the cross-sectional view of the typical BAW resonator containing a sound mirror.

[Drawing 7] The high impedance transmission line and the low impedance transmission line showing the layer impedance of the sound mirror of this invention are shown.

[Drawing 8] It is the side elevation of the cross section of the BAW filter constituted according to this invention.

[Drawing 9] It is the plan of the cross section of the BAW filter constituted according to this invention, and the cross-sectional view of drawing 8 is drawn along with the line 8-8 of drawing 9 , and an upper sound mirror and an upper protective layer are removed in drawing 9 .

[Drawing 10] It is the plan of the cross section of the BAW filter constituted according to other examples of this invention, and in drawing 10 , an upper sound mirror and an upper protective layer are removed, the side elevation of another cross section of this BAW filter is expressed with drawing 8 , and the cross-sectional view of drawing 8 is drawn along with the line 8-8.

[Drawing 11] It is the schematic drawing of drawing 8 and the BAW filter of drawing 9 .

[Drawing 12] It is the schematic drawing of drawing 8 and the BAW filter of drawing 10 .

[Drawing 13] It is the side elevation of the cross section of the BAW filter constituted according to other examples of this invention.

[Drawing 14] It is the plan of the cross section of the BAW filter constituted according to other examples of this invention, and the cross-sectional view of drawing 13 is drawn along with the line 13-13 of drawing 14 , and an upper sound mirror and an upper protective layer are removed in drawing 14 .

[Drawing 15] It is the plan of the cross section of the BAW filter constituted according to other examples of this invention, and an upper sound mirror and an upper protective layer are removed, the side elevation of the cross section of this BAW filter is expressed with drawing 15 by drawing 13 , and the cross-sectional view of drawing 13 is drawn along with the line 13-13 of drawing 15 .

[Drawing 16] It is the perspective view of drawing 13 and the BAW filter of drawing 14 .

[Drawing 17] It is the perspective view of drawing 13 and the BAW filter of drawing 15 .

[Drawing 18] The BAW filter of drawing 16 by which surface mounting was carried out to the circuit board is shown.

[Drawing 19] The BAW filter of drawing 17 by which surface mounting was carried out to the circuit board is shown.

[Drawing 20] It is the logic flowchart of the approach of this invention.

[Drawing 21] The cross section of the BAW filter of this invention by which surface mounting was carried out to the circuit board is shown.

[Drawing 22] It is the front view of the cross section of the BAW filter of drawing 21 by which surface mounting was carried out to the circuit board.

[Drawing 23] The BAW filter of drawing 8 combined with the contact of the circuit board with the junction wire is shown.

[Drawing 24] The BAW filter of drawing 8 after being combined with the contact of the circuit board by the flip chip method is shown.

[Drawing 25] It was constituted according to the example of this invention, and puts, and it is the cross-sectional view of a crystal filter (SCF), and the crowning of this SCF includes the sound mirror.

[Drawing 26] It is the plan in which removing a sound mirror and showing a part of SCF of drawing 25 .

[Drawing 27] The cross section of the pile crystal filter of drawing 25 drawn along with the line 27-27 of drawing 25 is shown.

[Drawing 28] It was constituted according to other examples of this invention, and puts, and the cross section of a crystal filter is shown.

[Drawing 29] The pile crystal filter of drawing 27 combined with the contact of the circuit board with the junction wire is shown.

[Drawing 30] The pile crystal filter of drawing 27 after being combined with the contact of the circuit board by the flip chip method is shown.

[Drawing 31] The pile crystal filter of drawing 28 by which surface mounting was carried out to the circuit board is shown.

[Description of Notations]

13, 36, 90, 90': Substrate

106: Circuit board

20, 21, 23, 80 : BAW resonator

17, 18, 70 : Sound mirror

[Translation done.]

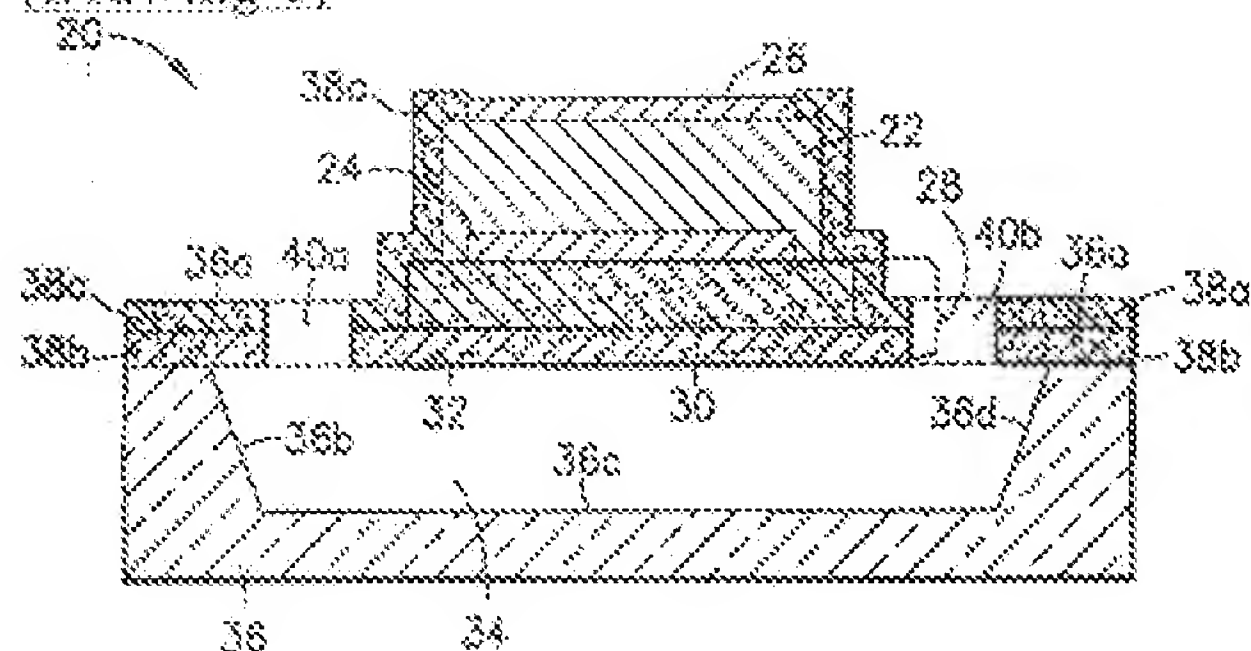
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

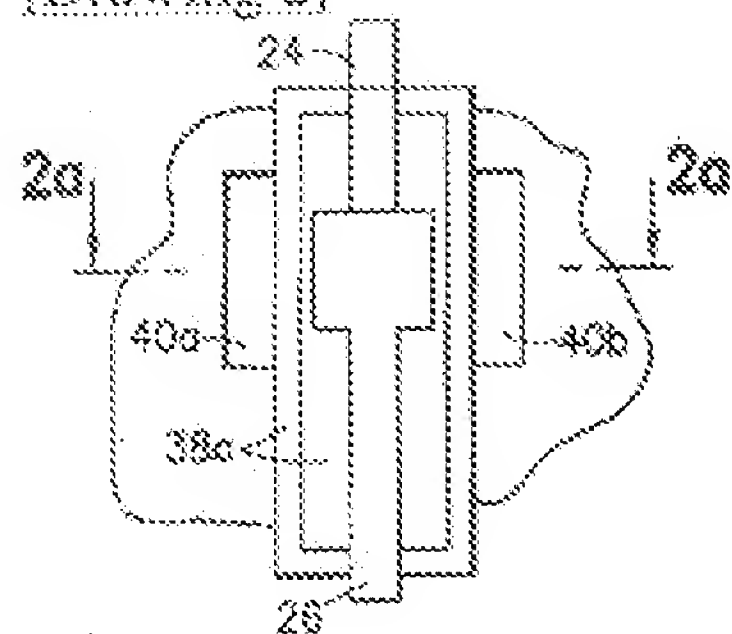
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

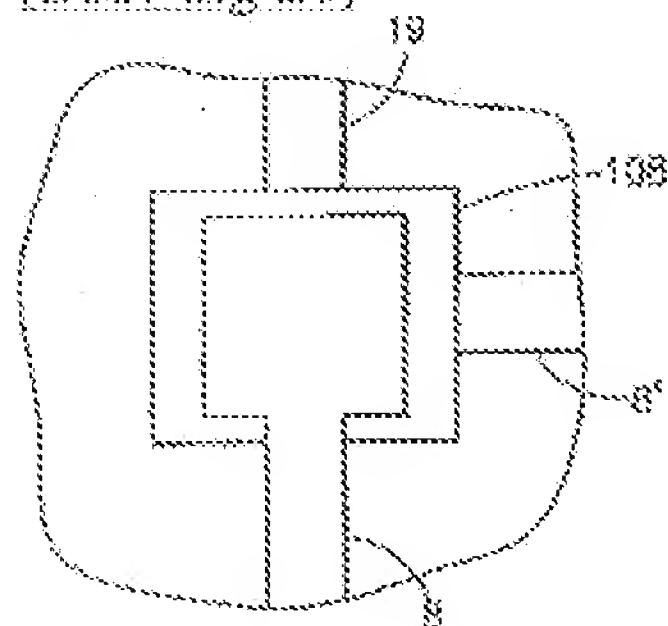
Drawing 11



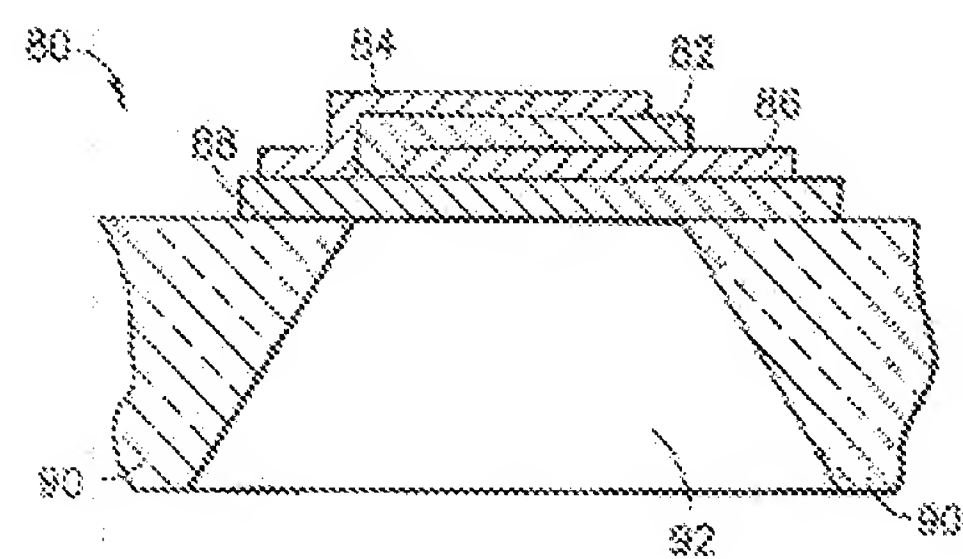
[Drawing 2]



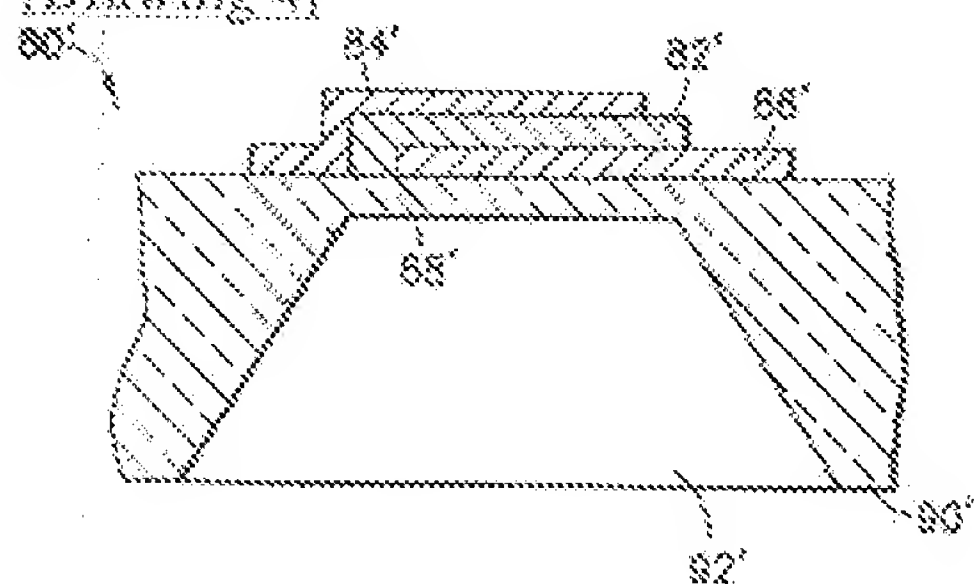
[Drawing 26]



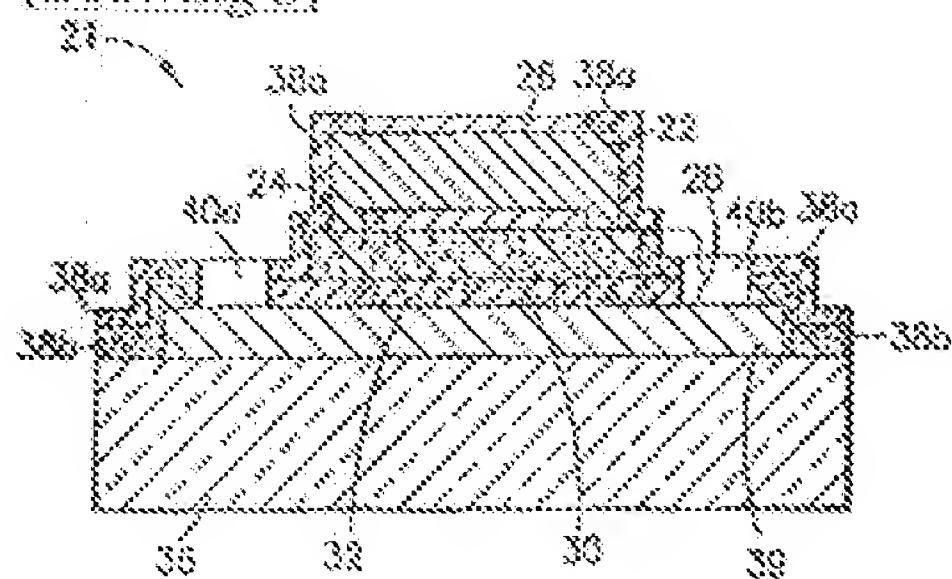
[Drawing 3]



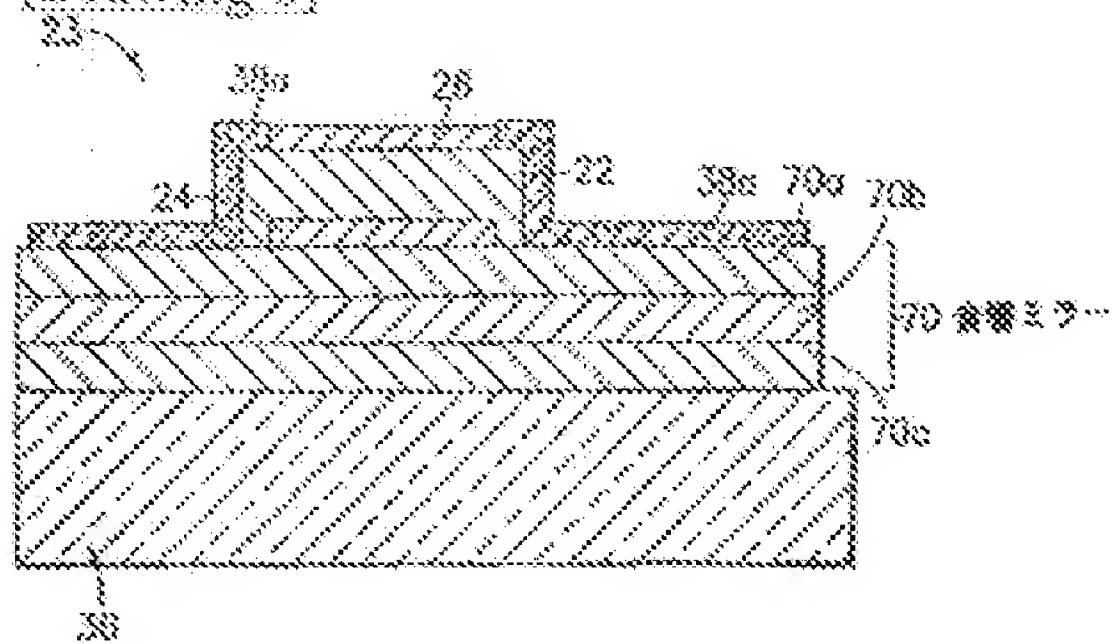
Drawing 41



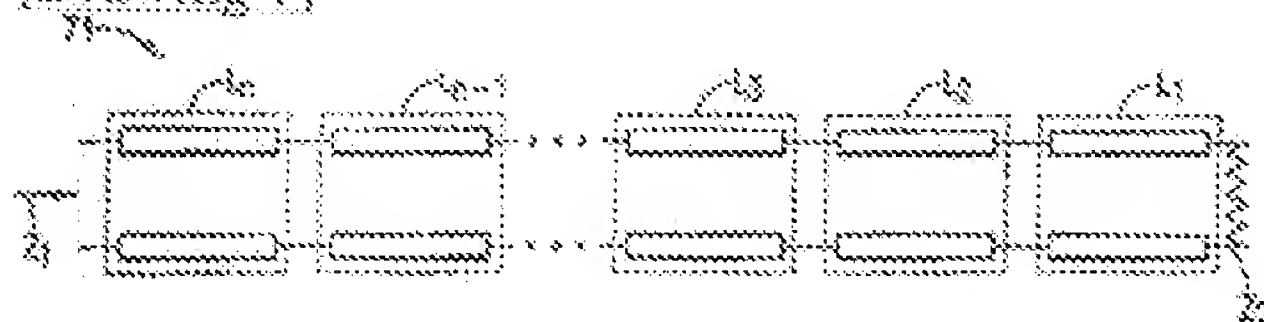
[Drawing 5]



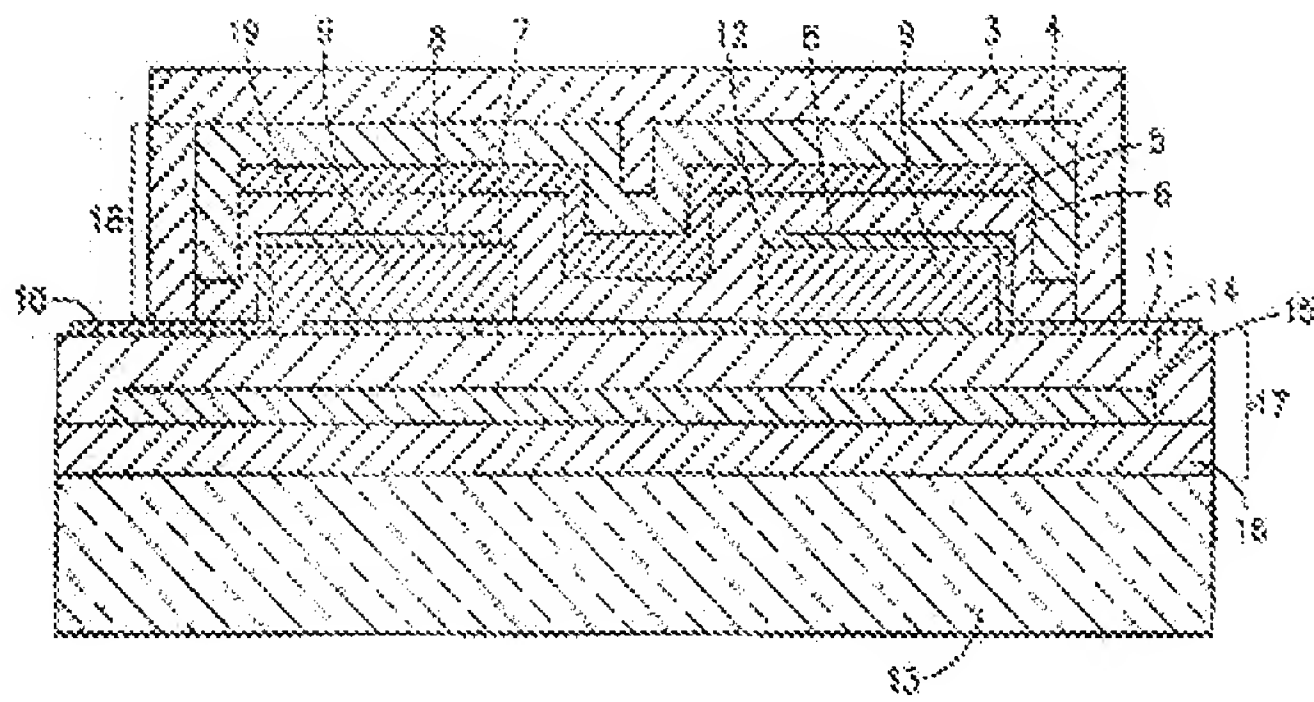
Drawing 61



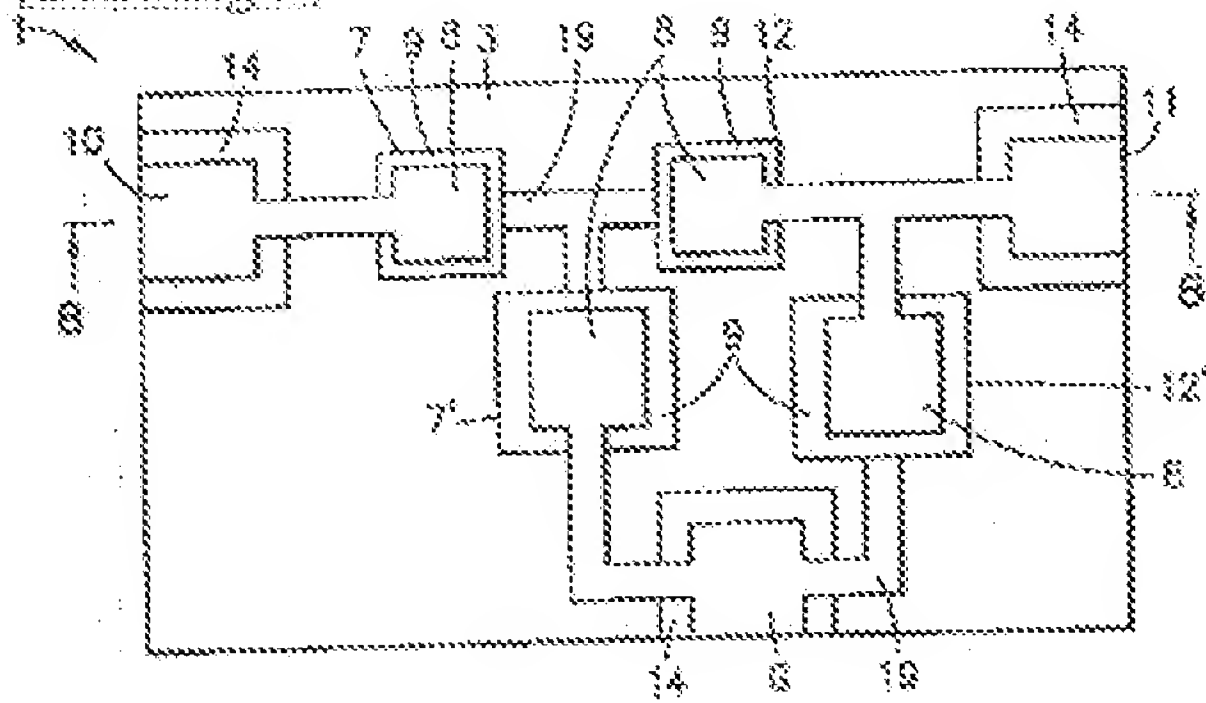
Drawing 71



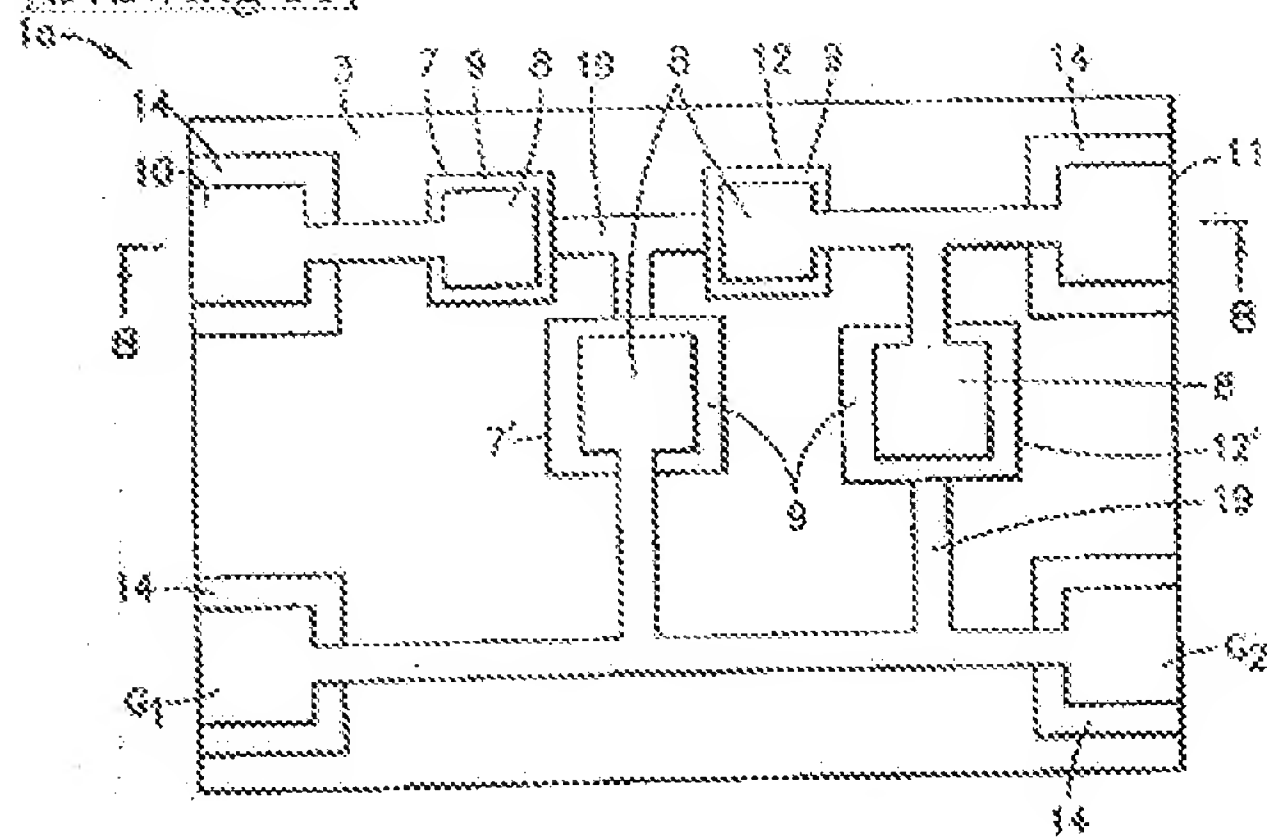
Drawing 80



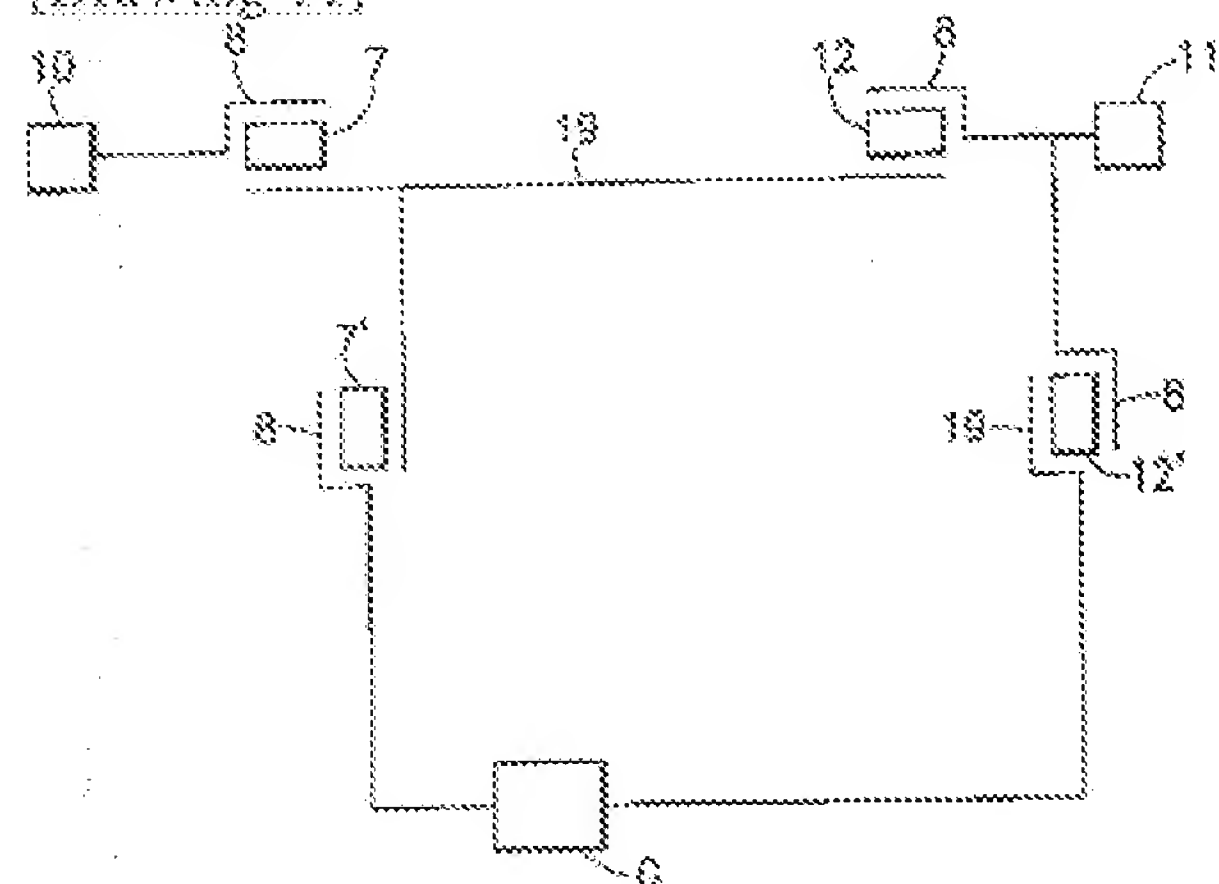
[Drawing 9]



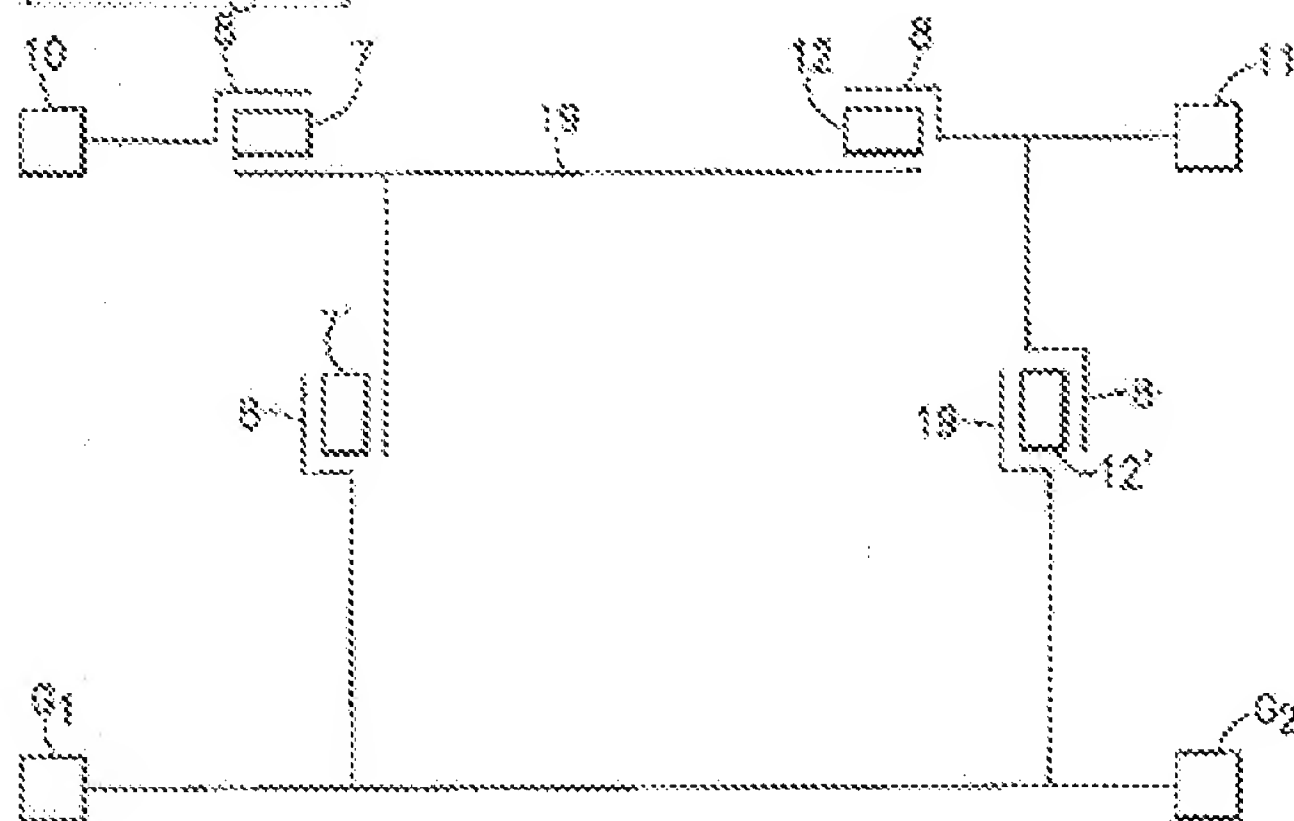
[Drawing 10]



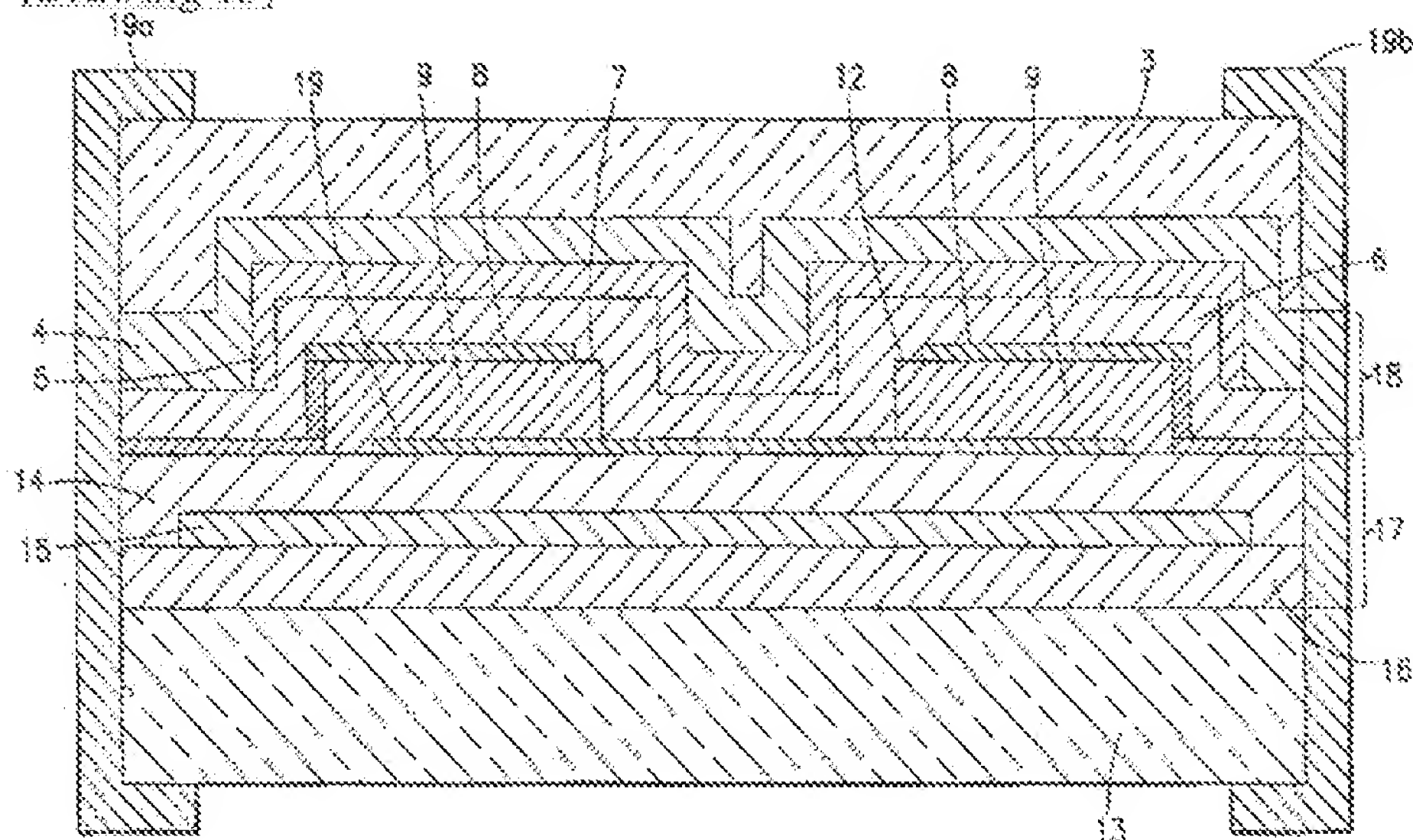
[Drawing 11]



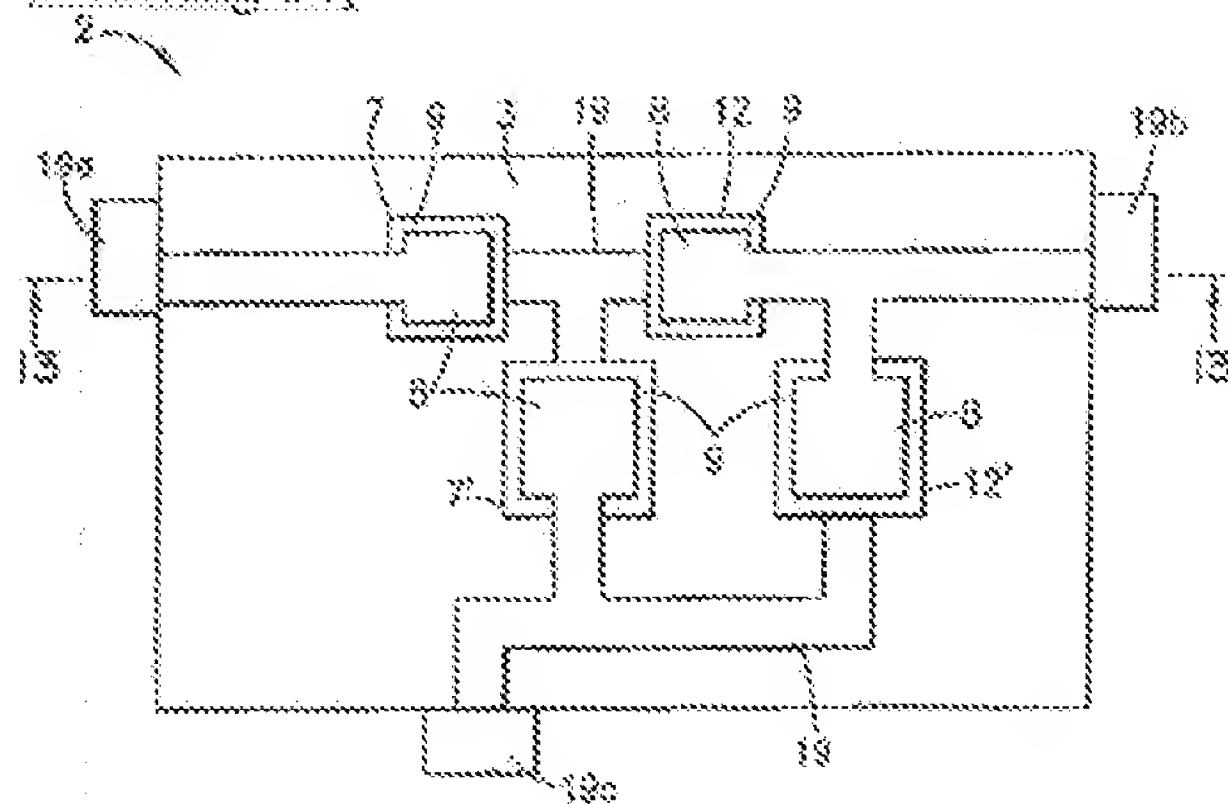
[Drawing 12]



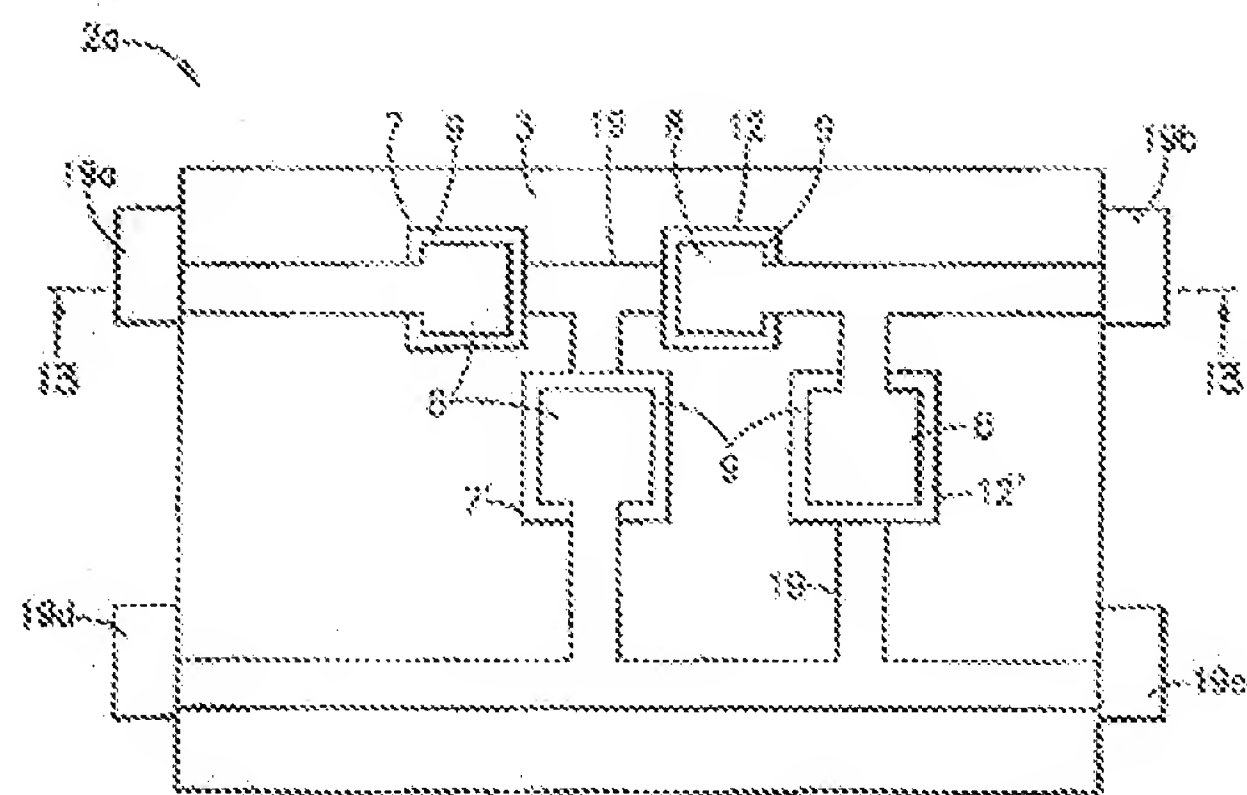
[Drawing 13]



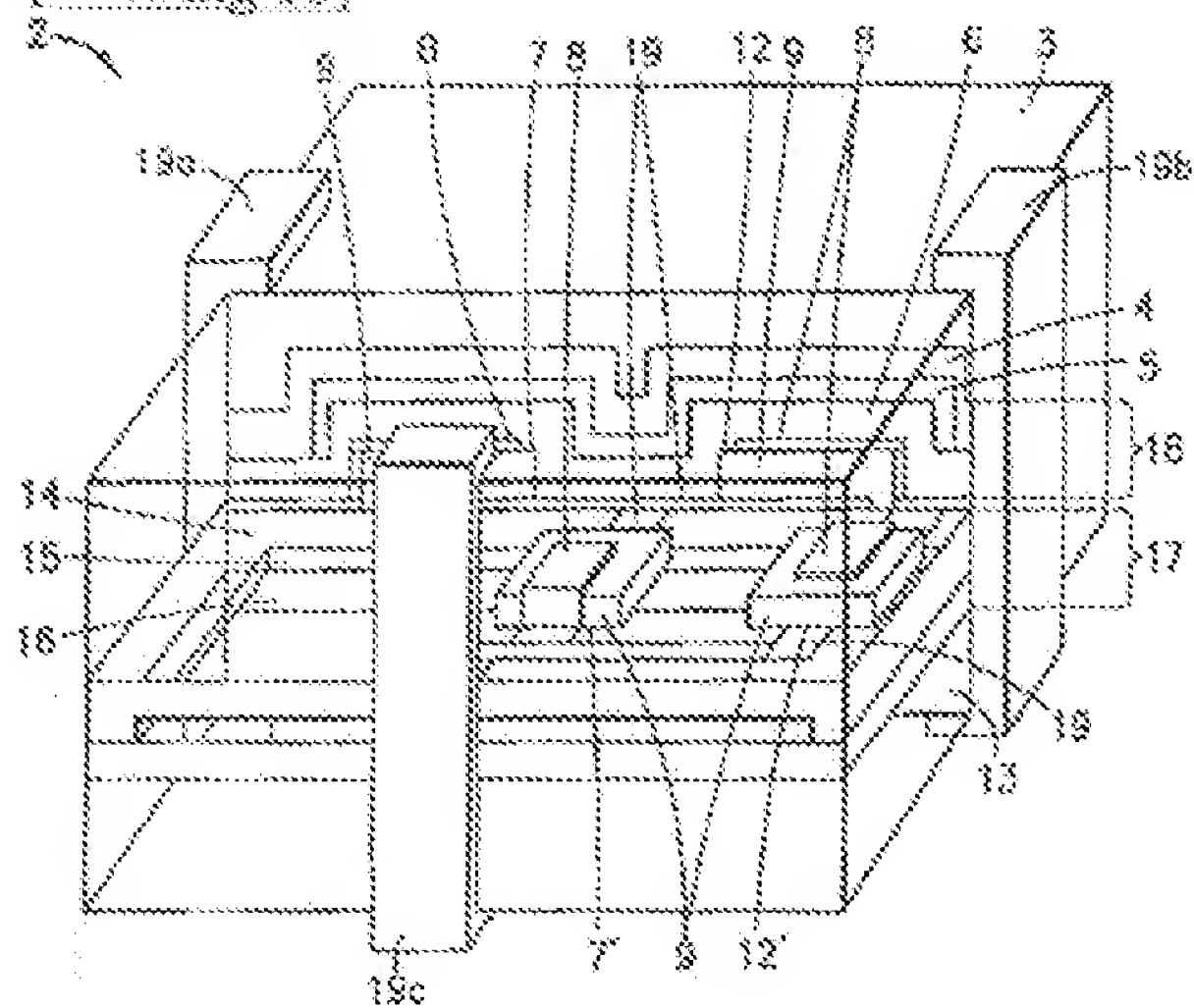
[Drawing 14]



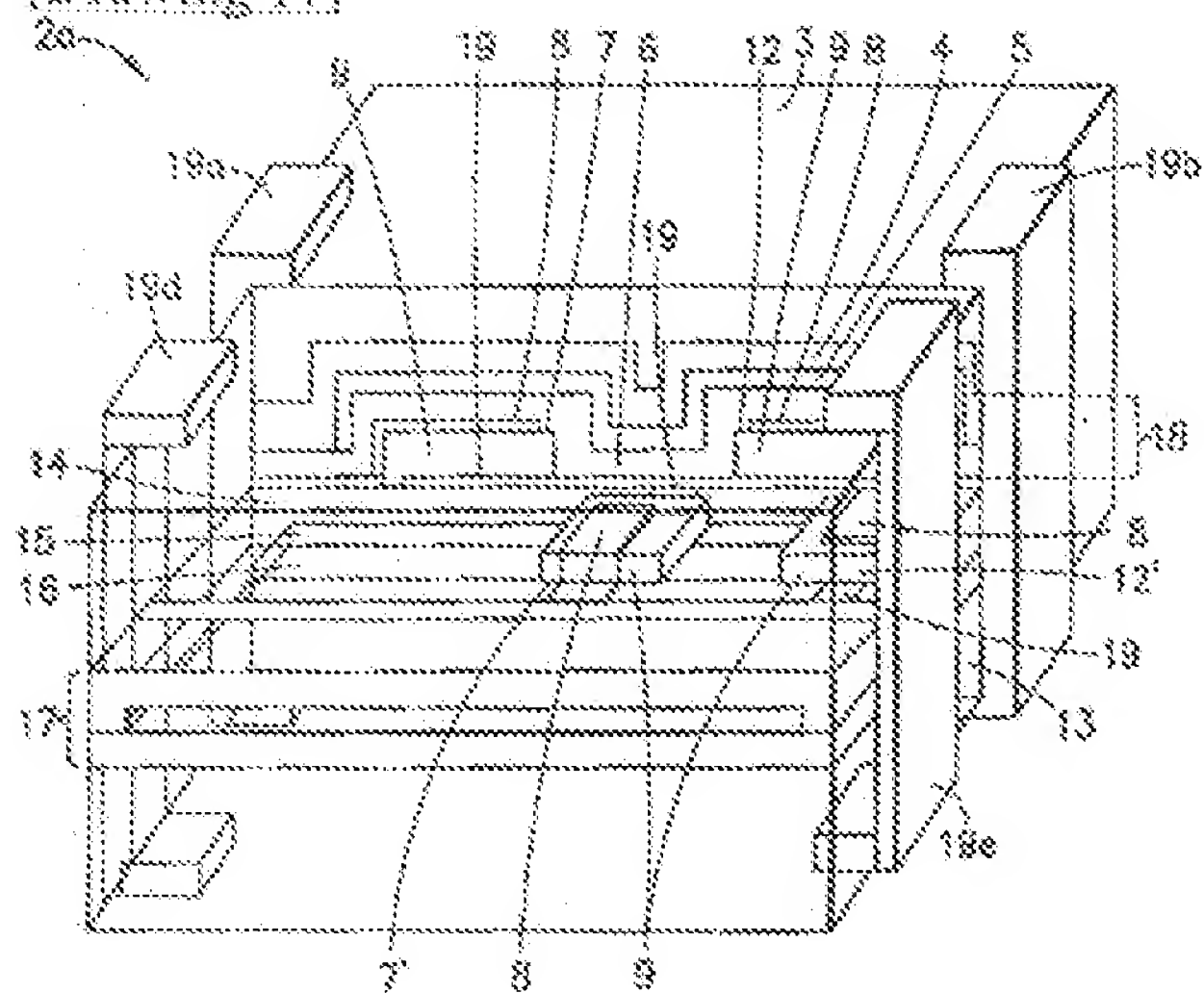
[Drawing 15]



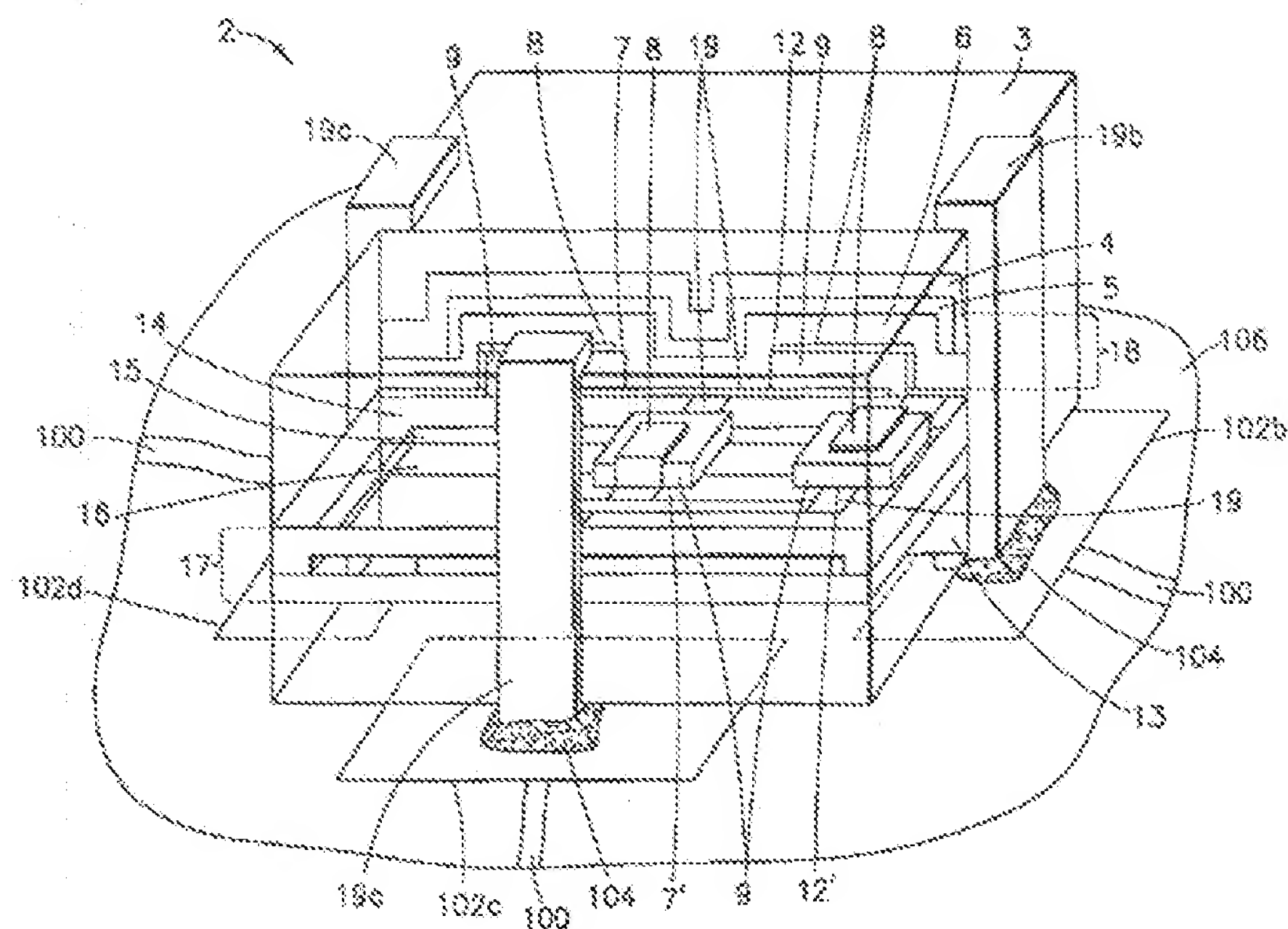
[Drawing 16]



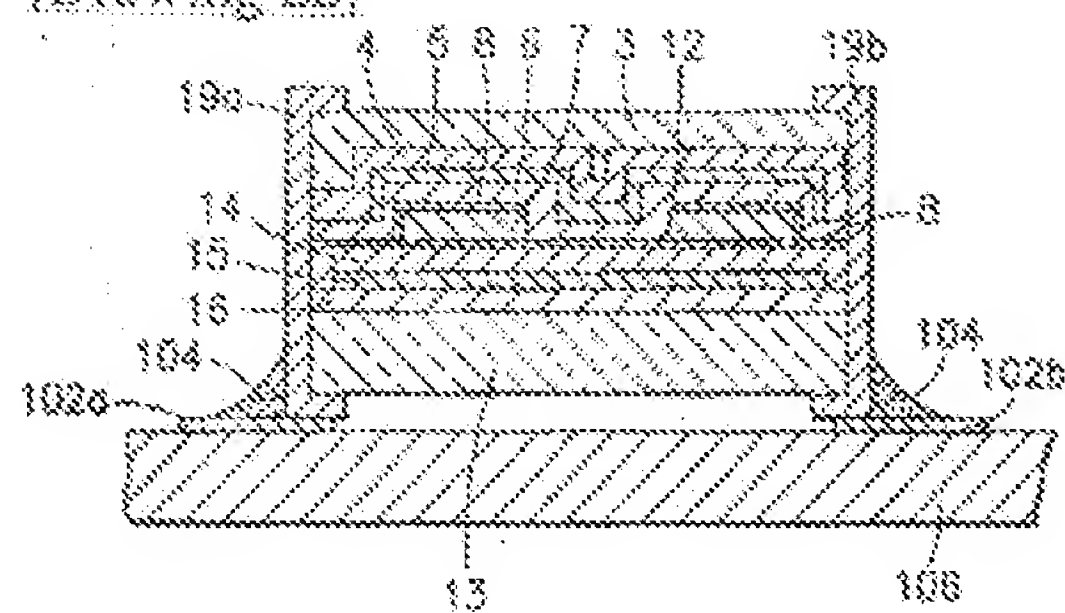
[Drawing 17]



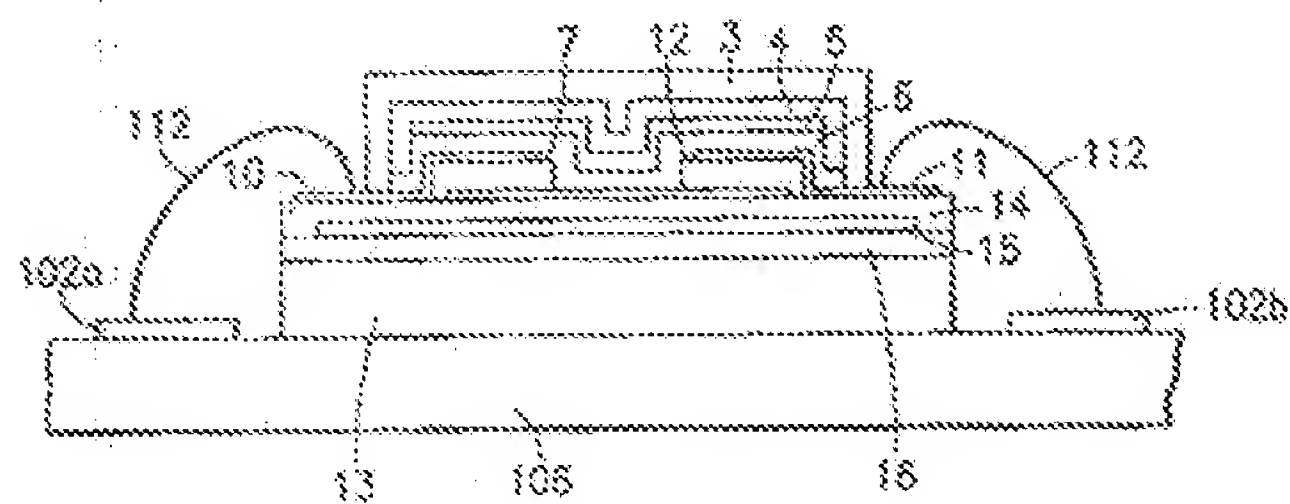
[Drawing 18]



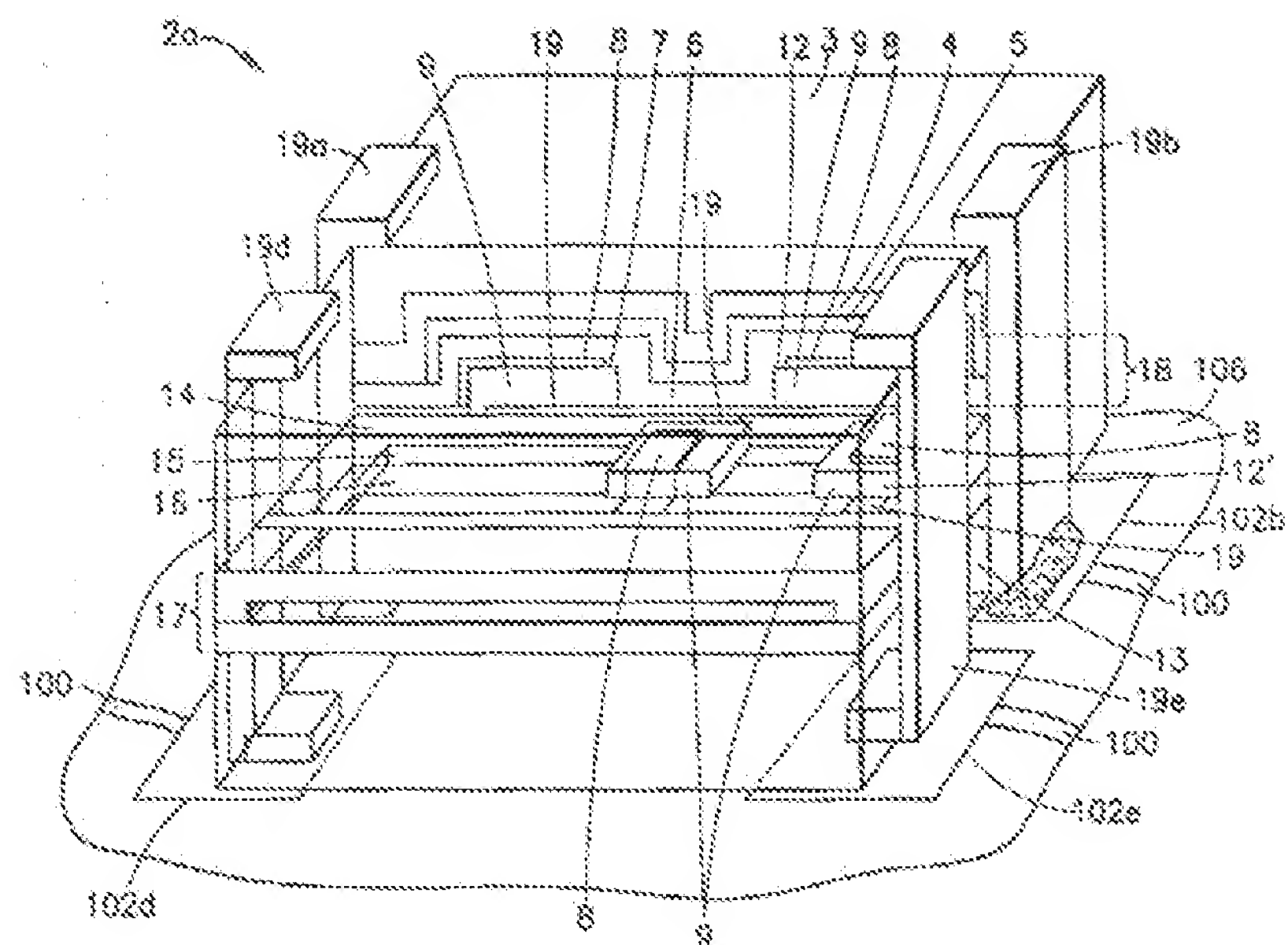
[Drawing 22]



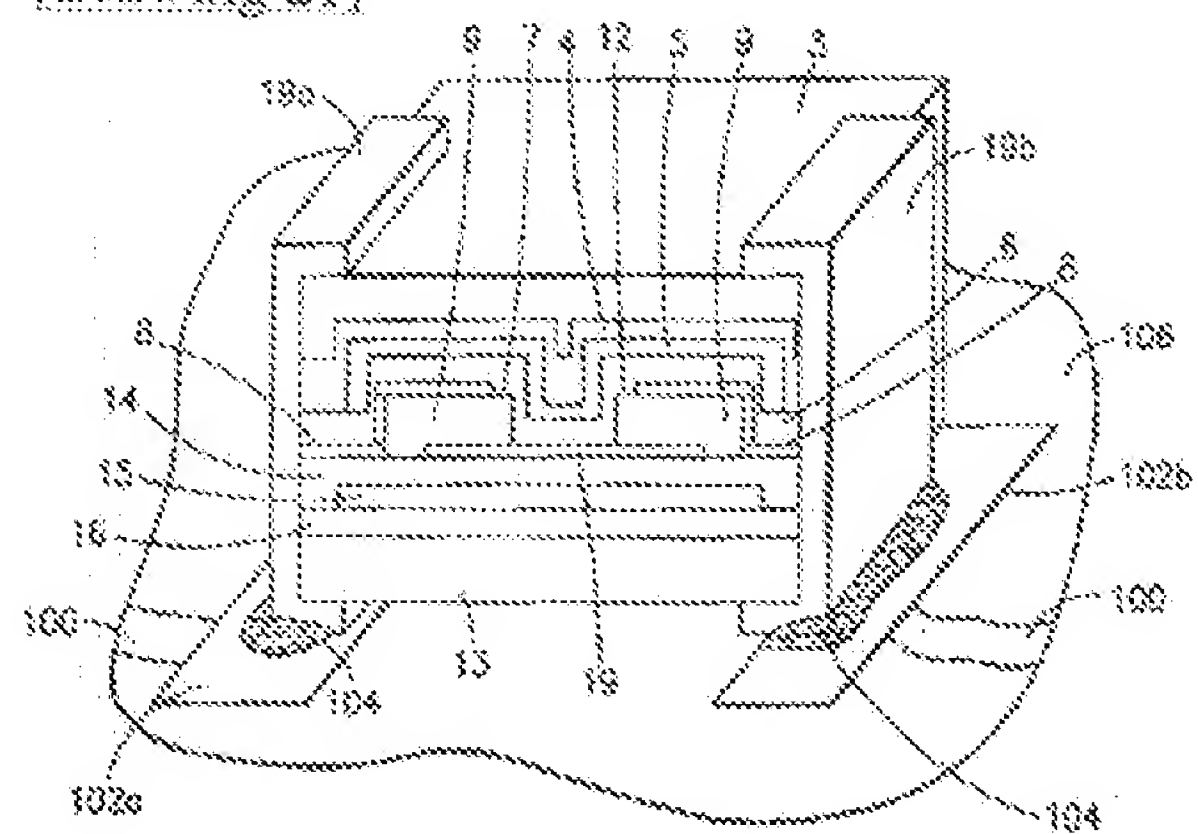
[Drawing 23]



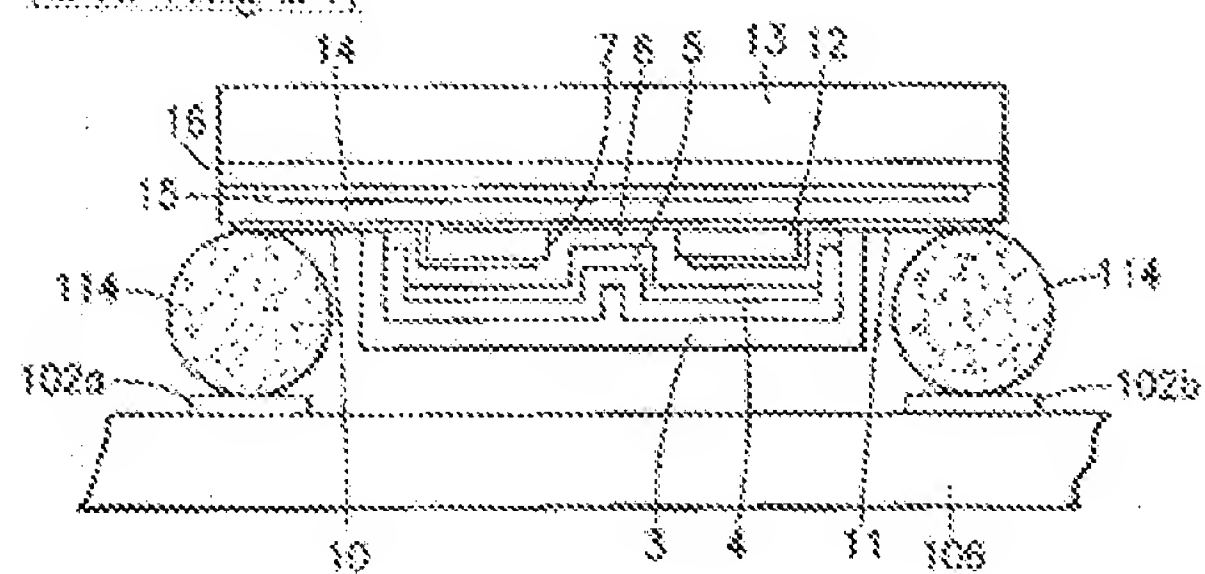
[Drawing 19]



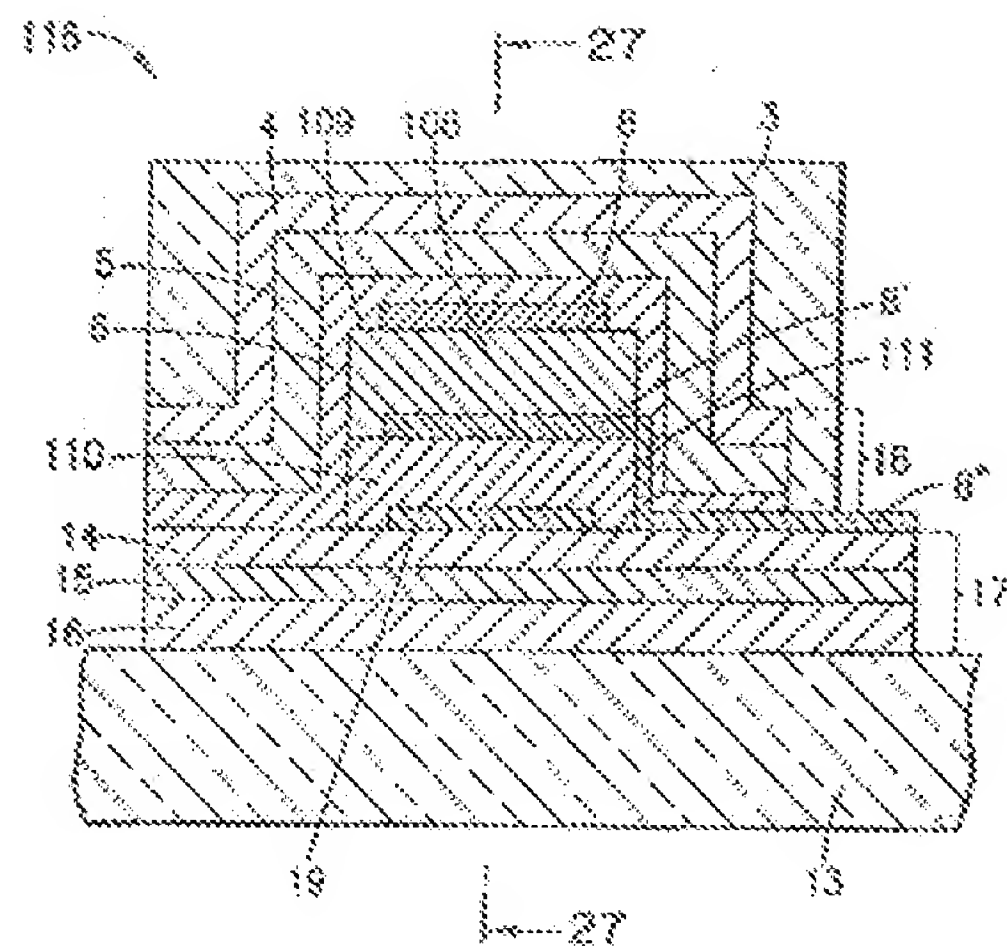
[Drawing 21]



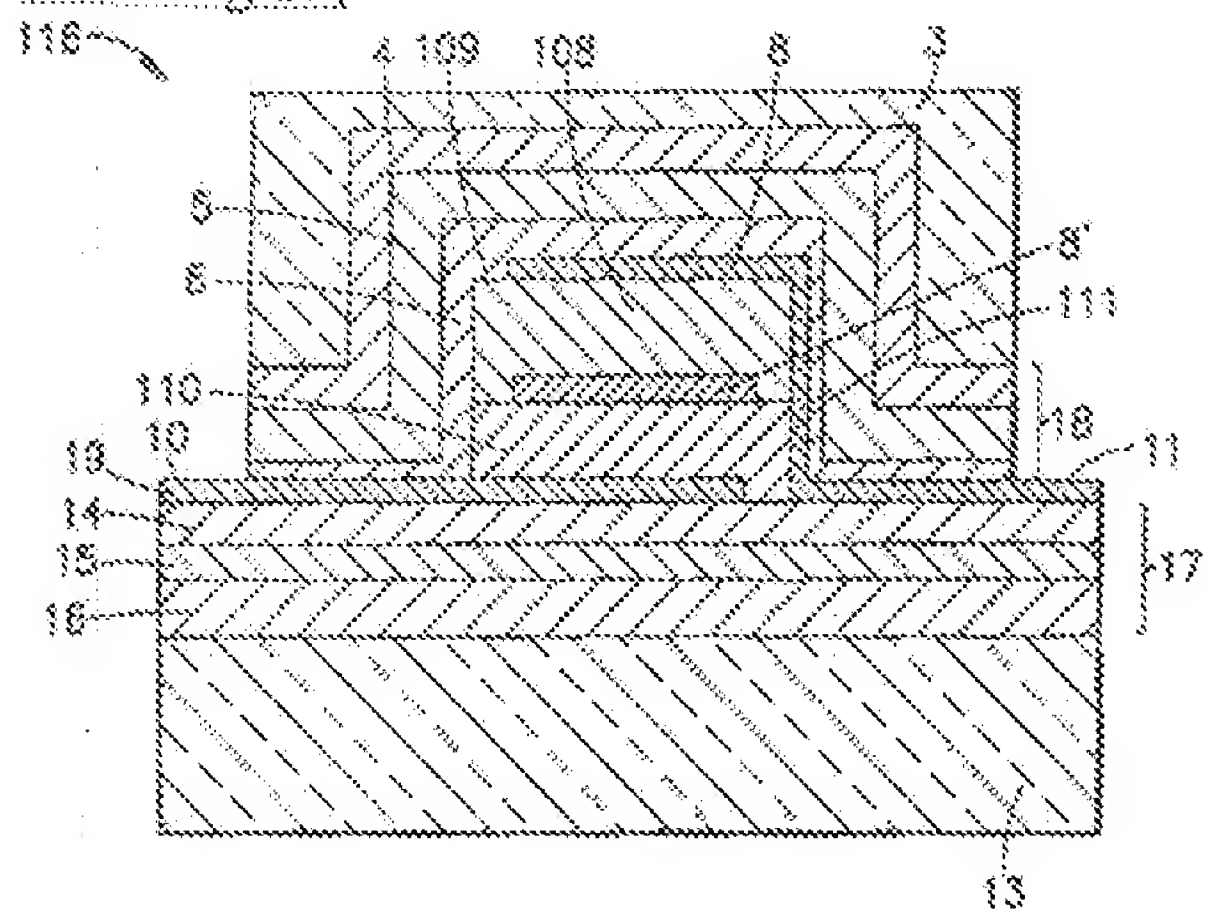
[Drawing 24]



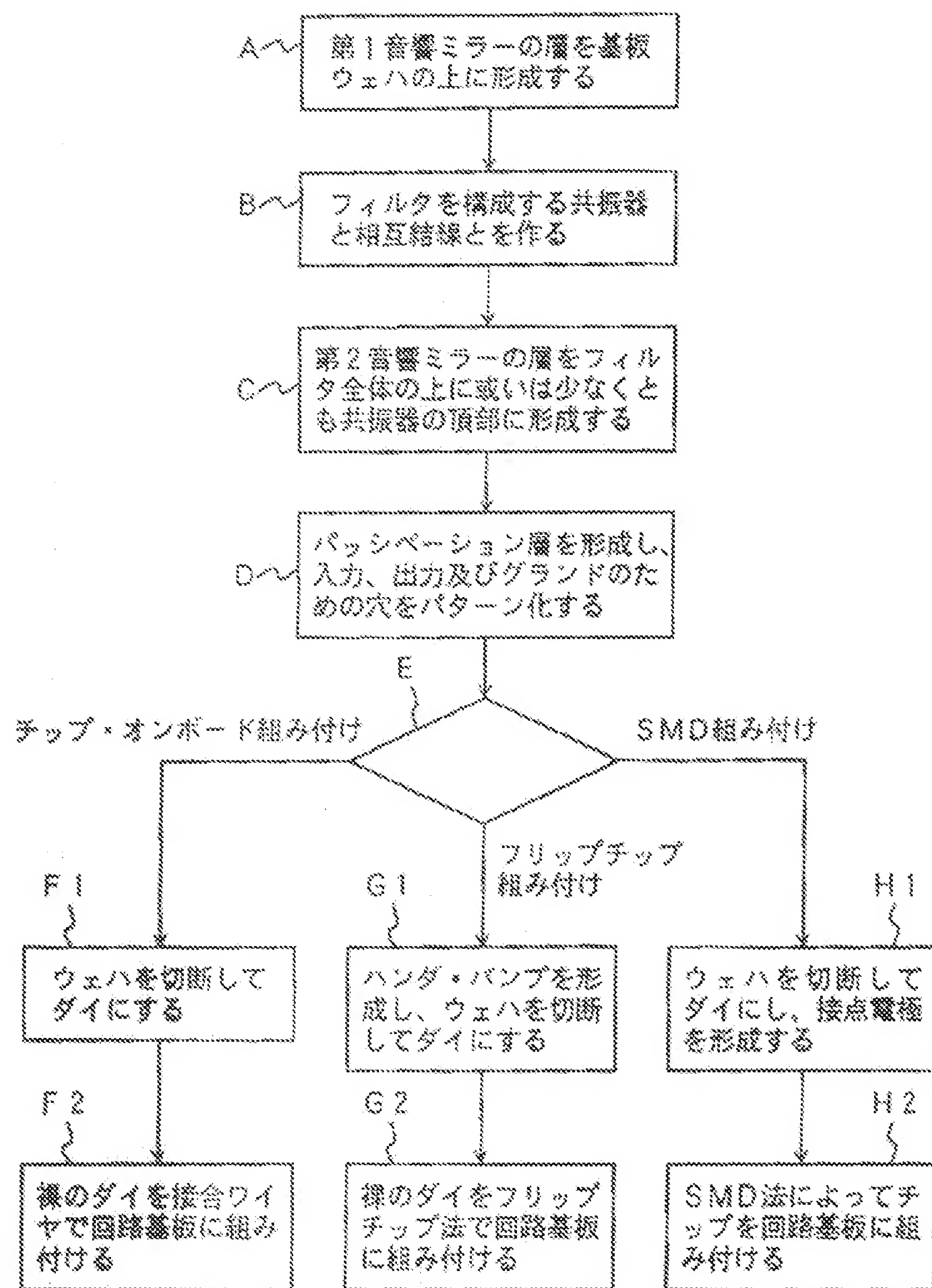
[Drawing 25]



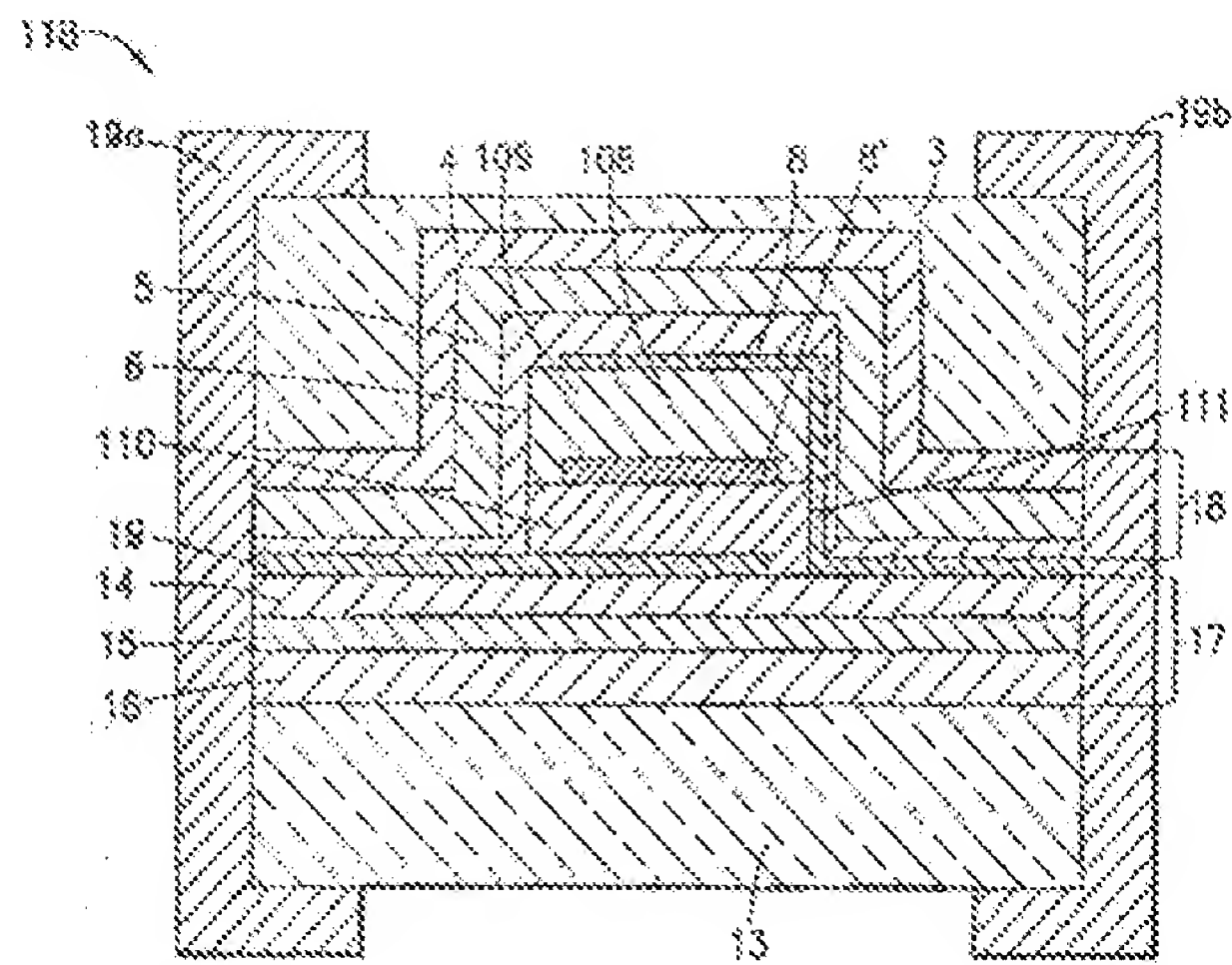
[Drawing 27]



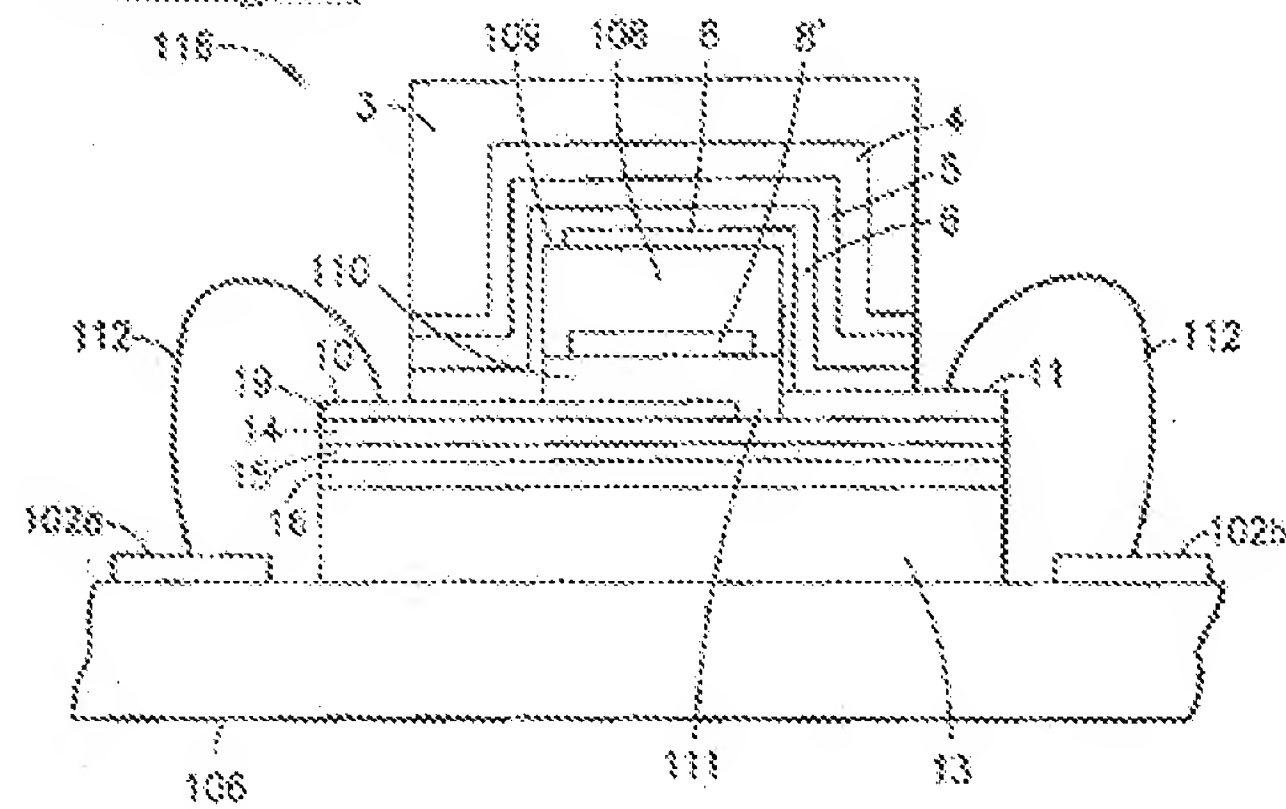
[Drawing 20]



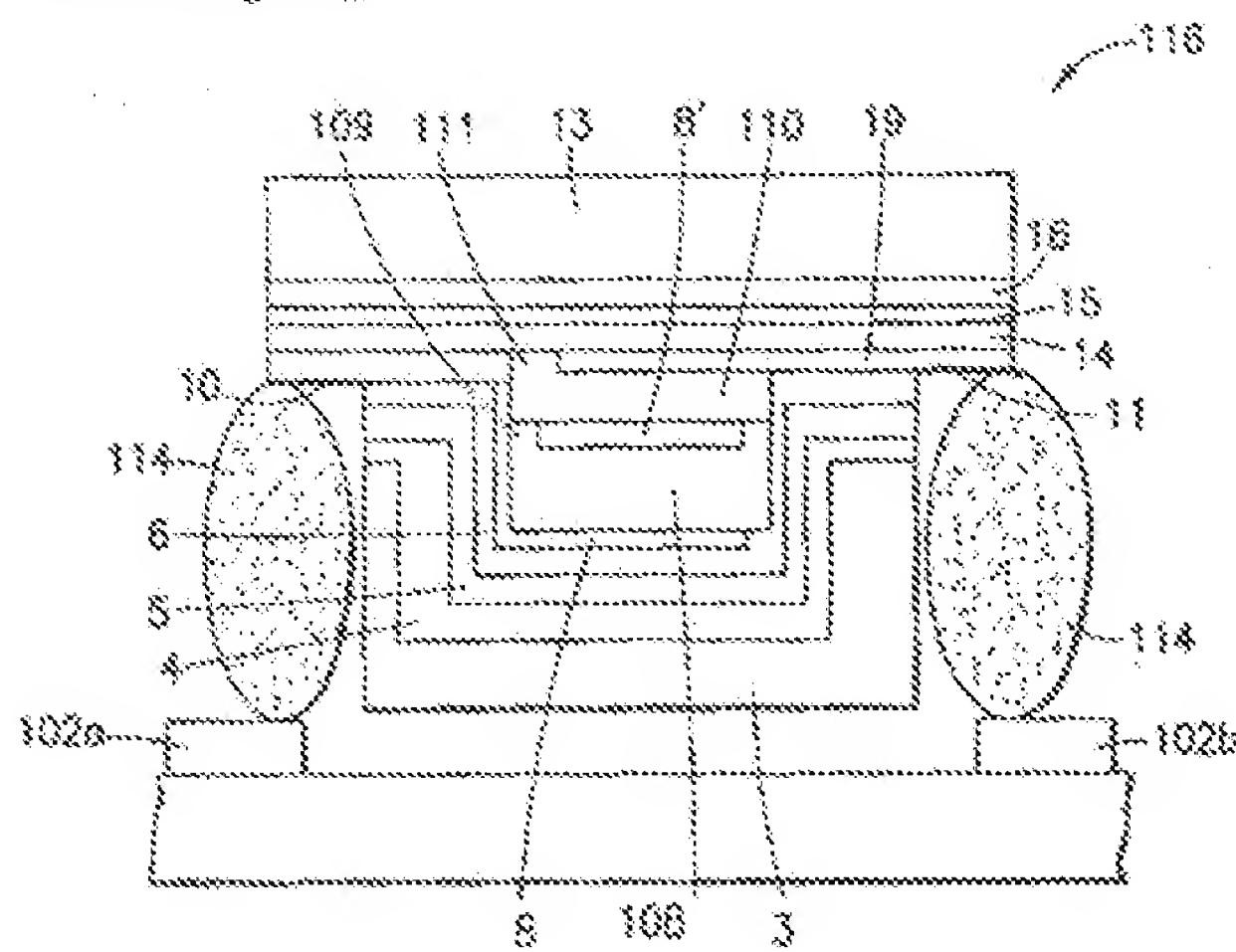
[Drawing 28]



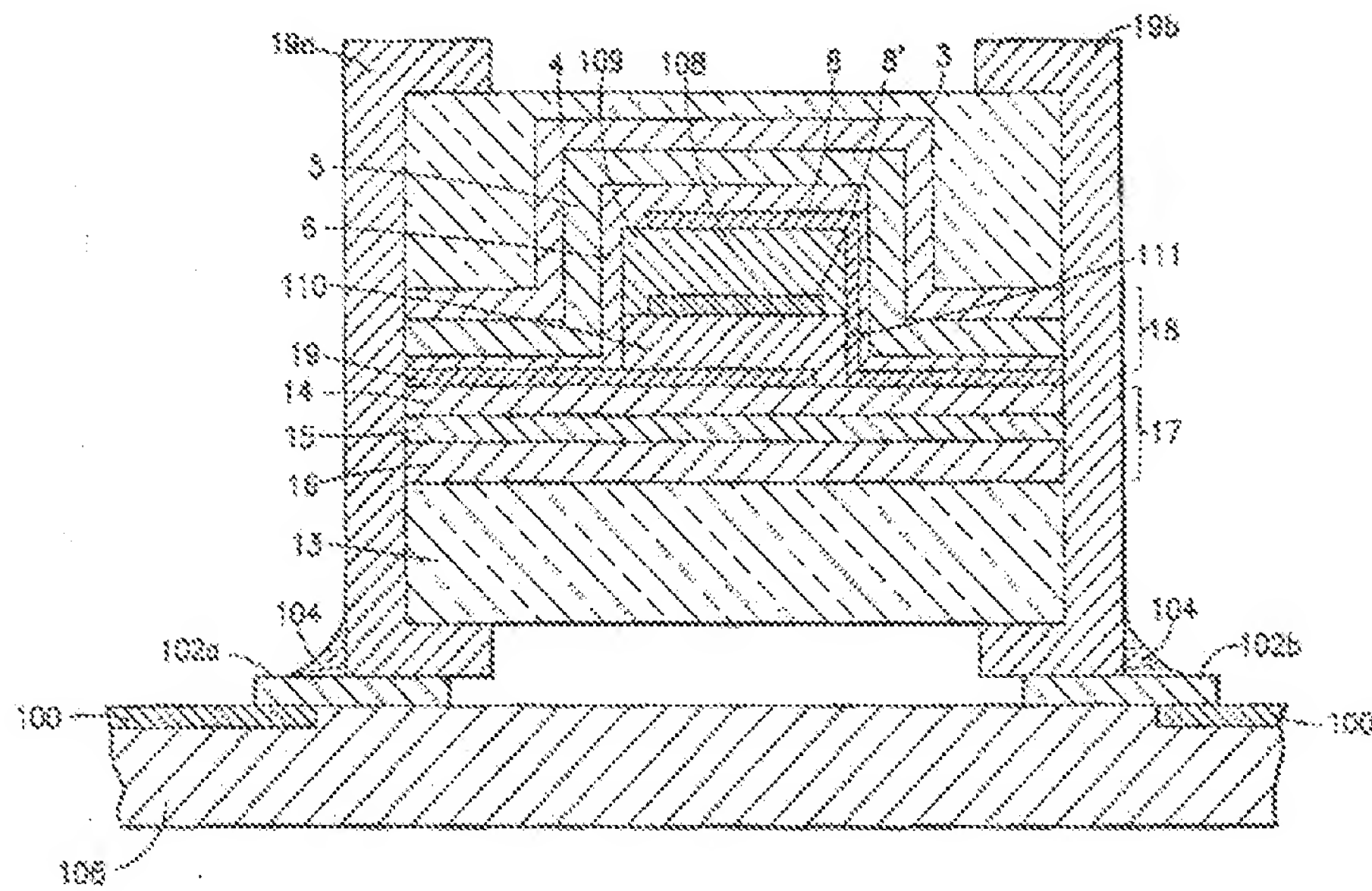
[Drawing 29]



[Drawing 30]



[Drawing 31]



[Translation done.]